

# 世界太阳能 2014 - 2015

## 光热行业发展研究报告



## 前 言

进入 21 世纪以来，由于能源、环境压力的持续增大，太阳能热利用技术发展加快，特别是近几年，推动可再生能源技术发展，已成为各国政府共识。虽然当今世界经济环境错综复杂，金融危机后的结构调整仍在继续，但是，世界太阳能光热产业仍在实现进一步的增长。在全球能源经济消费增长以及下半年油价急剧下跌的背景下，可再生能源在 2015 年仍继续维持了增长态势，可再生能源供热容量增幅稳定。

由于欧洲和中国市场的萎缩，太阳能热利用技术的发展继续放缓。2014 年底，热水器的累计容量预计达到 406GW<sub>th</sub>（空气集热器新增 2GW<sub>th</sub>），年供热量约为 341TWh。中国再次占据了 80%的世界太阳能集热器市场，其次为土耳其、巴西、印度和德国。发展趋势继续向宾馆、学校和其他大型复合式建筑中使用的较大型热水系统。尽管用于家庭供热系统、太阳能制冷和工业应用的先进集热器仅代表了全球市场的一小部分，但已引起了越来越多的关注。

太阳能热利用技术将太阳能主要用于家庭用水加热、房间加热、游泳池加热、干燥及其它工业应用。太阳能热利用系统还能满足制冷需要，它主要通过热驱动给压缩机提供动力，而非传统的机械能。因此，它是一种应用最广泛的热再生技术，也是唯一可以按照不同要求生产能量的技术，就像可再生电力那样，仅次于第 2 位的是风能。

到 2015 年初，已有至少 164 个国家拥有可再生能源发展目标，约 145 个国家颁布了可再生能源支持政策。发展中国家至少有 24 个国家通过了可再生能源供热（和冷却）的目标，至少有 19 个国家在国家或州/省一级通过建筑法规和其他措施，推广可再生能源供热和制冷，并有财政激励措施来支持。

随着太阳能利用效率不断提高，新技术不断发展，太阳能热利用产业界预测欧洲将减少 40%加热和制冷的能量需求，到 2050 年时，太阳能供热将能满足一半的中低温需求。太阳能热利用技术有可能提供 125 GW<sub>th</sub> 的工业热燃料，占工业热需求的 4%。

可再生能源在全球能源结构中的地位可再生能源的地位日益显著，占终端能源消费的比例逐年提升。特别需要指出的是，太阳能光热行业潜力巨大，有着非常广阔的发展空间。多种太阳能热利用方式的共同发展将会为世界节能减排以及煤炭替代和用能结构调整做出巨大的贡献。

编写单位：IMSIA 国际金属太阳能产业联盟

国际铜业协会

指导单位：中国建筑节能协会太阳能建筑一体化专业委员会

中国房地产学会

泰国太阳能行业协会

马来西亚能源部

美国能源基金会

丹麦科技大学

上海交通大学机械与动力学院

同济大学机械工程学院暖通及燃气研究所

支持单位：

山东力诺瑞特新能源有限公司

北京四季沐歌太阳能技术集团有限公司

北京市太阳能研究所集团有限公司

天普新能源科技有限公司

江苏迈能高科技有限公司

宁夏银晨太阳能科技有限公司

北京温宁温控设备有限公司

太阳能光热世界网

《绿地产》编辑部

主编：梁俊强 李 荆

副主编：黄俊鹏 李骏 亓琨 杨洪青 朱庆国 李仁星

樊建华 莫争春 陈贵

编委：刘幼农 陈贵 郑瑞澄 仲继寿 代彦军 焦青太 张晟耀

梁笃荣 杨金良 朱敦智 赵大山 窦建清 刘永政 王 晓

宦永旺 王永斌 陈廷敏 王少军 李峥嵘 李旭东 王珊珊

编写：黄俊鹏 陈讲运 贺 鹏

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 一 世界太阳能光热产业分析 .....  | 7  |
| 1.1. 世界概况 .....      | 7  |
| 1.2. 政策刺激增长 .....    | 9  |
| 1.3. 市场现状 .....      | 9  |
| 1.4. 就业人数 .....      | 11 |
| 1.5. 世界热利用产品占比 ..... | 12 |
| 1.6. 光热制造商分布 .....   | 13 |
| 二 世界部分国家发展现状 .....   | 16 |
| 2.1. 欧洲 .....        | 17 |
| 2.1.1. 奥地利 .....     | 17 |
| 2.1.2. 丹麦 .....      | 19 |
| 2.1.3. 德国 .....      | 19 |
| 2.1.4. 希腊 .....      | 20 |
| 2.1.5. 西班牙 .....     | 21 |
| 2.1.6. 法国 .....      | 22 |
| 2.1.7. 瑞士 .....      | 22 |
| 2.1.8. 比利时 .....     | 23 |
| 2.1.9. 意大利 .....     | 24 |
| 2.2. 亚洲 .....        | 24 |
| 2.2.1. 中国 .....      | 24 |
| 2.2.2. 中国台湾地区 .....  | 33 |
| 2.2.3. 泰国 .....      | 33 |
| 2.2.4. 日本 .....      | 36 |
| 2.2.5. 印度 .....      | 37 |
| 2.2.6. 韩国 .....      | 38 |
| 2.3. 美洲 .....        | 39 |
| 2.3.1. 美国 .....      | 39 |
| 2.3.2. 墨西哥 .....     | 41 |
| 2.3.3. 巴西 .....      | 41 |

|        |                              |    |
|--------|------------------------------|----|
| 2.4.   | 非洲 .....                     | 42 |
| 2.4.1. | 南非 .....                     | 42 |
| 2.5.   | 澳大利亚 .....                   | 43 |
| 三      | 太阳能光热建筑 .....                | 44 |
| 3.1.   | 中国太阳能建筑发展迅猛 .....            | 46 |
| 3.2.   | 光热建筑一体化分析 .....              | 47 |
| 3.3.   | 当前存在问题 .....                 | 48 |
| 3.3.1. | 行业标准有待完善 .....               | 48 |
| 3.3.2. | 房地产商积极性不高 .....              | 48 |
| 3.3.3. | 设计单位设计动力不足 .....             | 49 |
| 3.4.   | 光热建筑一体化应对策略 .....            | 50 |
| 3.4.1. | 制定可持续发展法规和财政政策 .....         | 50 |
| 3.4.2. | 完善标准，提高标准规范执行率 .....         | 50 |
| 四      | 太阳能采暖制冷 .....                | 51 |
| 4.1.   | 中国太阳能采暖介绍 .....              | 51 |
| 4.1.1. | 四季沐歌 .....                   | 54 |
| 4.1.2. | 山东力诺瑞特新能源有限公司 .....          | 56 |
| 4.1.3. | 北京海林太阳能设备有限公司 .....          | 57 |
| 4.1.4. | 辽宁三友能源技术有限公司 .....           | 57 |
| 4.1.5. | 希奥特太阳能 .....                 | 58 |
| 4.2.   | 太阳能供暖项目辅助热源的选择 .....         | 59 |
| 4.3.   | 太阳能采暖系统推广的主要障碍及应对措施 .....    | 59 |
| 4.3.1. | 经济性 .....                    | 59 |
| 4.3.2. | 防冻 .....                     | 60 |
| 4.3.3. | 防过热 .....                    | 60 |
| 4.3.4. | 安装位置受限，系统技术复杂，缺少成熟产业支撑 ..... | 60 |
| 4.3.5. | 系统技术复杂，缺少成熟的产业支撑 .....       | 60 |
| 4.3.6. | 太阳能供暖的地域性差别显著 .....          | 61 |
| 五      | 太阳能区域供热 .....                | 61 |
| 六      | 太阳能工业热利用 .....               | 63 |
| 6.1.   | 世界太阳能工业热利用现状 .....           | 63 |
| 6.2.   | 中国太阳能工农业热利用市场分析 .....        | 65 |
| 七      | 太阳能空调 .....                  | 66 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 八 太阳能热发电 .....              | 67 |
| 九 太阳能多能互补应用 .....           | 71 |
| 十 太阳能光热行业展望 .....           | 72 |
| 10.1 全球展望 .....             | 72 |
| 10.2 中国展望 .....             | 74 |
| 附：太阳能区域供热技术应用现状北欧考察报告 ..... | 79 |

# 一 世界太阳能光热产业分析

近年来，世界越来越意识到，可再生能源和能效不仅是解决气候变化的关键，也在创造经济发展的新机会和帮助缺乏现代能源服务的数十亿人口获取能源方面发挥着核心作用。过去几十年间，尤其在近几年，主要得益于政策拉动，可再生能源实现了技术进步、全球安装容量的增加，以及成本的快速下降，这不但吸引了巨额投资，并通过规模经济进一步降低了成本。在全球能源经济消费增长以及下半年油价急剧下跌的背景下，可再生能源在 2015 年仍继续维持了增长态势，可再生能源供热容量增幅稳定。

## 1.1. 世界概况

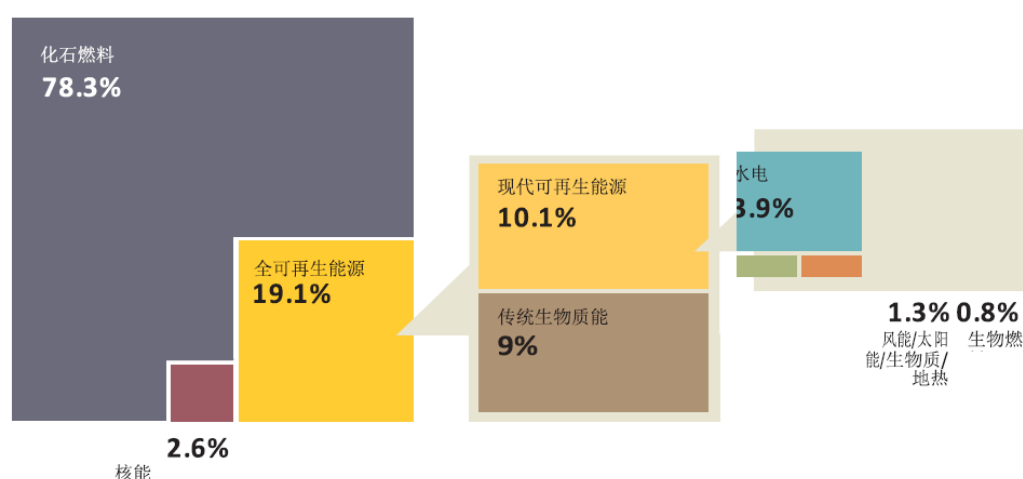


图 1 2013 年全球可再生能源占能源消费的比值

（数据来源：2015 年全球可再生能源发展报告）

2015 年，世界经济仍处于深度调整之中，复苏动力不足，地缘政治影响加重，不确定因素增多，推动增长、增加就业、调整结构成为国际社会共识。2014 年 12 月份，联合国经济和社会事务部最新发表的《2015 年世界经济形势与展望》报告显示，2014 年世界经济继续缓慢增长，增长幅度为 2.6%，略高于 2013 年 2.5% 的增长。增长步伐存在明显的国别差异，国际金融危机之后的结构调整仍然没有结束，拖累着全球增长。这对于全球太阳能热利用产业也必定产生影响。

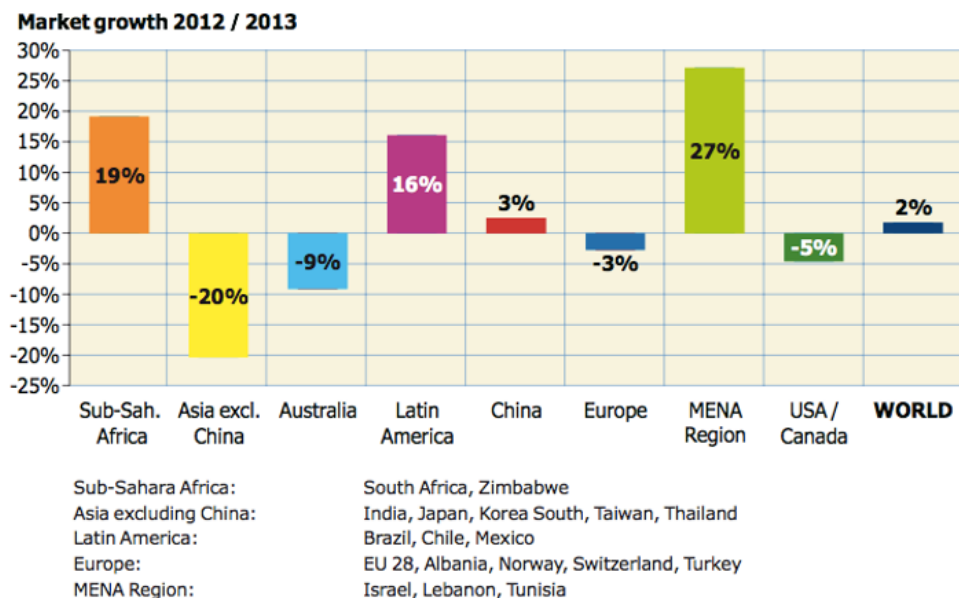


图 2 2012/2013 世界范围不同经济地区新装机容量的市场增长

（数据来源：solar heat worldwide 2015 报告）

中国在刚性需求的驱动下，占全球 80% 以上的份额，在集热器生产和应用面积方面依然保持领先。欧洲市场增速持续减缓，欧洲的太阳能热利用开始加速整合，几家大型企业退出热利用行业，如德国旭格、奥地利格雷纳和丹麦威卢克斯等。2015 年欧洲市场多家太阳能集热器制造企业在需求下降、产品价格下跌等因素作用下，面临严重的财务困难。西班牙的 Astersa 已经退市，而如波兰 watt、法国 Clipsol、德国 Solvis 等企业在寻求重组等多种方式来解决经营问题。

而有些国家市场却扩大了，如巴西太阳能热水成本具有竞争力，国内大型系统的应用趋势仍在继续扩大，太阳能热利用技术的集中供热，制冷和工业应用的市场越来越大。

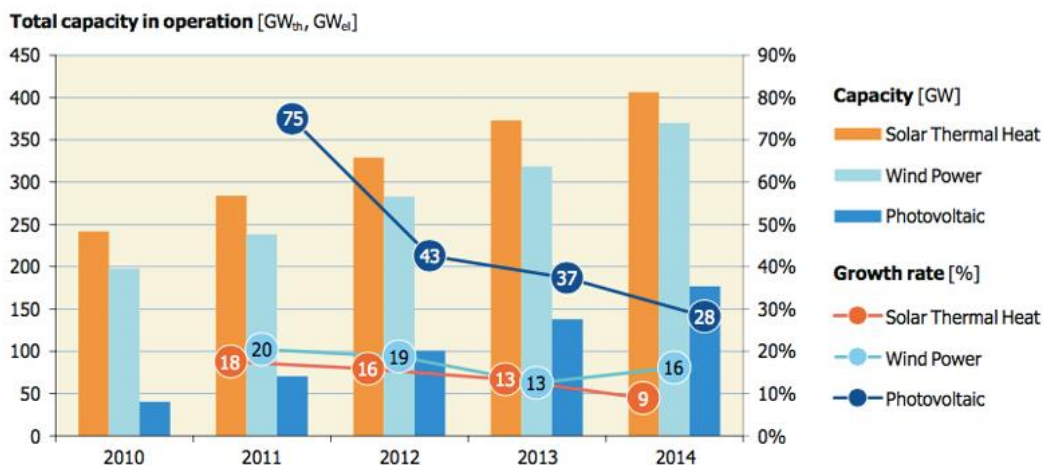


图 3 全球在运行太阳能光热、风能、光伏装机容量及市场增长率变化

（数据来源：AEE INTEC, GWEC, EPIA, REN21）



## 1.2. 政策刺激增长

可再生能源发展在很大程度上由政府政策影响。在一些国家，可再生能源的发展也面临着政策变化或不确定性所带来的挑战，例如欧洲对可再生能源发电的新征税，以及美国联邦生产税信贷的终止。然而，拥有可再生能源发展目标及政策的国家数量在 2014 年又有所增加，一些政府主管部门更改了现有目标，使其更有雄心，越来越多的国家制定了 100% 的可再生能源或可再生能源电力目标。到 2015 年初，已有至少 164 个国家拥有可再生能源发展目标，约 145 个国家颁布了可再生能源支持政策。发展中国家至少有 24 个国家通过了可再生能源供热（和冷却）的目标，至少有 19 个国家在国家或州/省一级通过建筑法规和其他措施，推广可再生能源供热和制冷，并有财政激励措施来支持。

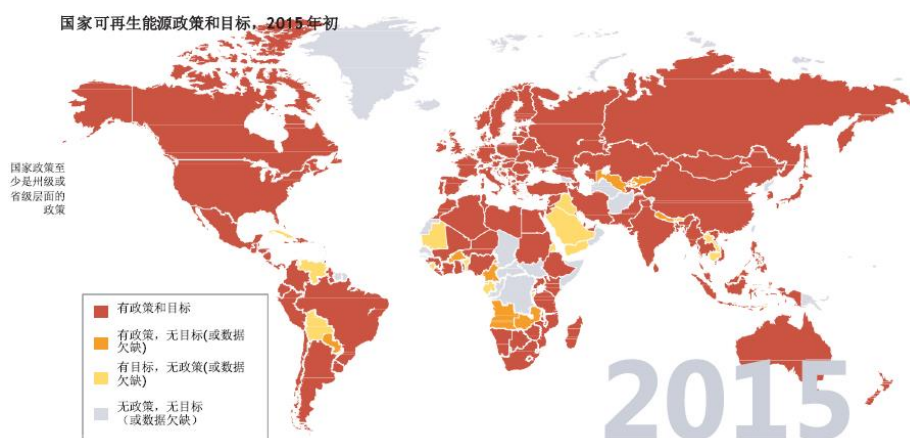


图 4 具有可再生能源政策和目标的国家分布图

（数据来源：2015 年全球可再生能源发展报告）

## 1.3. 市场现状

由于欧洲和中国市场的萎缩，太阳能热利用技术的发展继续放缓。2014 年底，热水器的累计容量预计达到  $406\text{GW}_{\text{th}}$ （空气集热器新增  $2\text{GW}_{\text{th}}$ ），年供热量约为  $341\text{TWh}$ 。中国再次占据了 80% 的世界太阳能集热器市场，其次为土耳其、巴西、印度和德国。发展趋势继续向宾馆、学校和其他大型复合式建筑中使用的较大型热水系统。尽管用于家庭供热系统、太阳能制冷和工业应用的先进集热器仅代表了全球市场的一小部分，但已引起了越来越多的关注。

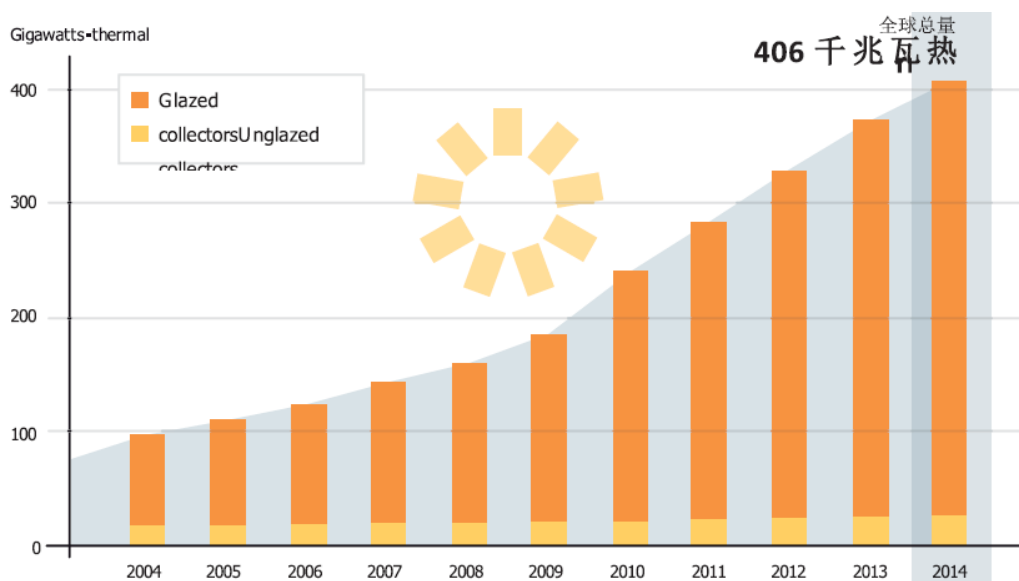


图 5 全球太阳能热水器产能  
(数据来源: 2015 年全球可再生能源发展报告)

表 1 世界最大的太阳能热利用工程项目

(数据来源: [www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org))

| 集热容量    | 开始运行时间     | 项目描述                | 应用      | 地点    |
|---------|------------|---------------------|---------|-------|
| 36.75MW | 2015 年 5 月 | 对 2000 户居民的季节性太阳能供热 | 区域供热    | 丹麦    |
| 27.5MW  | 2013 年 6 月 | ESCO 项目, 加比铜矿       | 太阳能工艺用热 | 智利    |
| 26.3MW  | 2014 年 2 月 | 区域供热                | 区域供热    | 丹麦    |
| 25.4MW  | 2011 年 7 月 | 沙特首都利雅得诺拉公主女子大学     | 区域供热    | 沙特阿拉伯 |
| 23MW    | 2012 年 6 月 | Marstal 区域供热季节性储热   | 区域供热    | 丹麦    |
| 14MW    | 2014 年 7 月 | 超过 14MW 的太阳能区域供热电厂  | 区域供热    | 丹麦    |
| 9MW     | 2007 年 9 月 | 纺织厂                 | 太阳能工艺用热 | 中国    |
| 5.46MW  | 2012 年 4 月 | 美国最大的太阳能工艺用热项目      | 太阳能工艺用热 | 美国    |
| 5.1MW   | 2012 年 5 月 | 德国最大的太阳能集热项目        | 家庭热水和采暖 | 德国    |
| 3.4MW   | 2014 年 5 月 | 美国亚利桑那州斯科茨代         | 太阳能制冷   | 美国    |

|        |            |                   |       |     |
|--------|------------|-------------------|-------|-----|
|        |            | 尔市沙漠山高中           |       |     |
| 2.73MW | 2011 年 8 月 | 拥有 2900 学生的世界联合学院 | 太阳能制冷 | 新加坡 |

### 1.4. 就业人数

可再生能源的大力发展，也直接和间接地为社会提供了很多的就业岗位，解决了一部分人的就业问题。2014 年，全球可再生能源行业直接或间接雇佣了总计 770 万人，相比前一年增加了 18%。

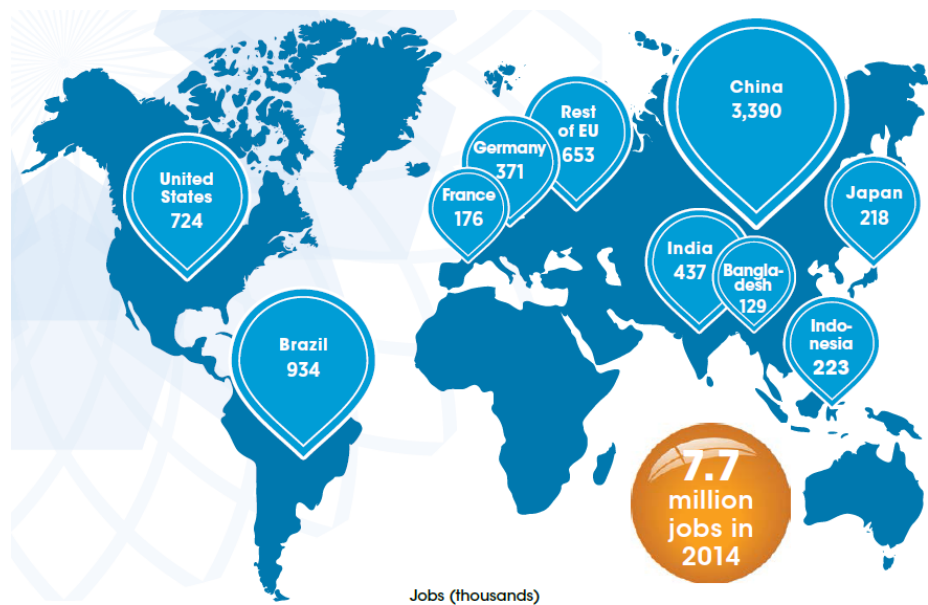


图 6 主要国家可再生能源就业岗位

（数据来源：IRENA\_RE\_Jobs\_Annual\_Review\_2015 报告）

可再生能源就业规模全球领先的国家和前一年保持一致，分别为中国、巴西、美国、印度和一些欧盟国家如德国。另外在日本、印度尼西亚等国出现了新的市场机遇。总体来看，由于一系列对产业和贸易的支持政策，可再生能源就业正在持续稳定的发展。

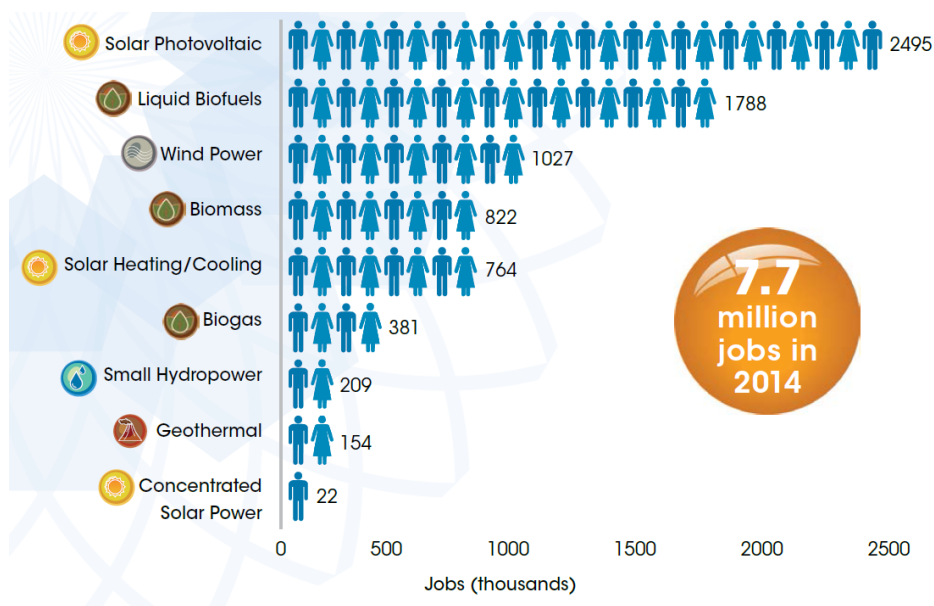


图 7 全球范围内可再生能源（不同技术）产生的直接和间接就业

（数据来源：IRENA\_RE\_Jobs\_Annual\_Review\_2015 报告）

太阳能供热制冷行业的就业前景目前仍不明朗。2014 年总计就业人数为 764000 人，相比前一年下降了 16%，主要原因是中国的市场增长在放缓。中国目前仍是太阳能热水器市场就业人数最多的国家，仅供应商这块就提供了 60 万个岗位。对其他国家，印度大约提供 75000 个岗位，巴西大约提供 41000 个岗位，欧盟大约提供 37600 个岗位，美国大约提供 5000 个岗位。

## 1.5. 世界热利用产品占比

到 2013 年底，全世界在运行的集热器容量达到了  $374.7\text{GW}_{\text{th}}$ （5 亿 3520 万  $\text{m}^2$ ），其中绝大部分在中国（ $262.3\text{GW}_{\text{th}}$ ）和欧洲（ $44.1\text{GW}_{\text{th}}$ ），占到了 82%，如下图所示。

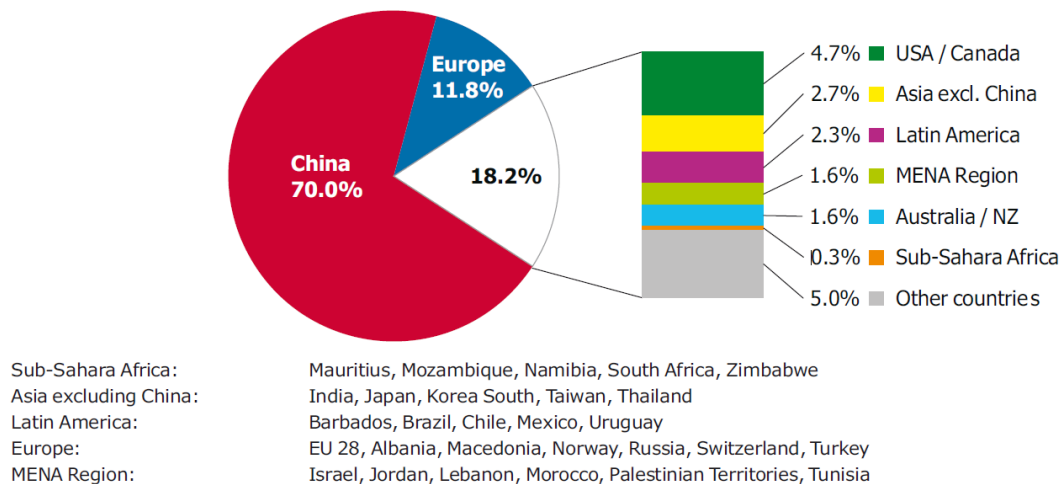


图 8 2013 年底在运行的总安装容量分布

(数据来源: solar heat worldwide 2015 报告)

运行的系统中, 平板集热器安装容量为  $83.9\text{GW}_{\text{th}}$  (1 亿 1990 万  $\text{m}^2$ ), 真空管集热器为  $264.1\text{GW}_{\text{th}}$  (3 亿 7730 万  $\text{m}^2$ ), 无盖板集热器为  $25.0\text{GW}_{\text{th}}$  (3570 万  $\text{m}^2$ ), 空气集热器为  $1.7\text{GW}_{\text{th}}$  (240 万  $\text{m}^2$ )。真空管集热器是世界上主要的太阳能集热器技术, 占到了 70.5%, 平板集热器和无盖板集热器分别占 22.4% 和 6.7%。空气集热器只占很小的一部分。如下图所示。

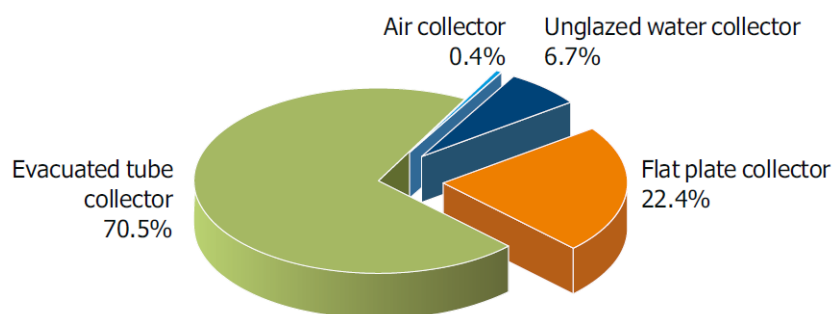


图 9 2013 年底在运行集热器类型分布

(数据来源: solar heat worldwide 2015 报告)

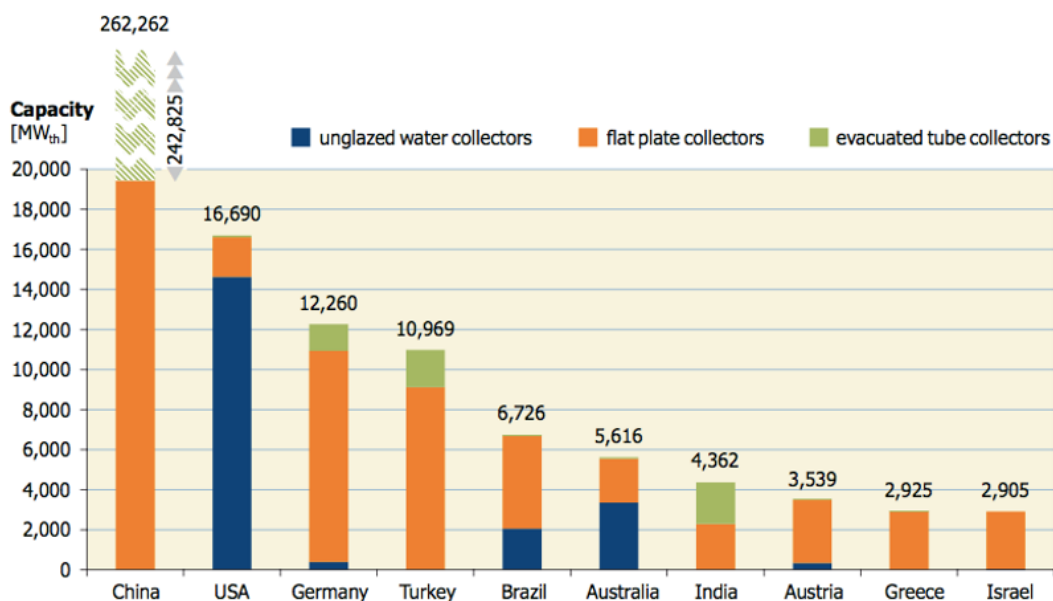


图 10 热水器总装机容量前十位国家

## 1.6. 光热制造商分布

2014 年, 全球的真空管集热器生产商共有 88 个分布于 44 个国家, 平板集热器生产商



共有 208 个分布于 44 个国家,空气集热器生产商共有 40 个分布于 18 个国家,如下图所示。

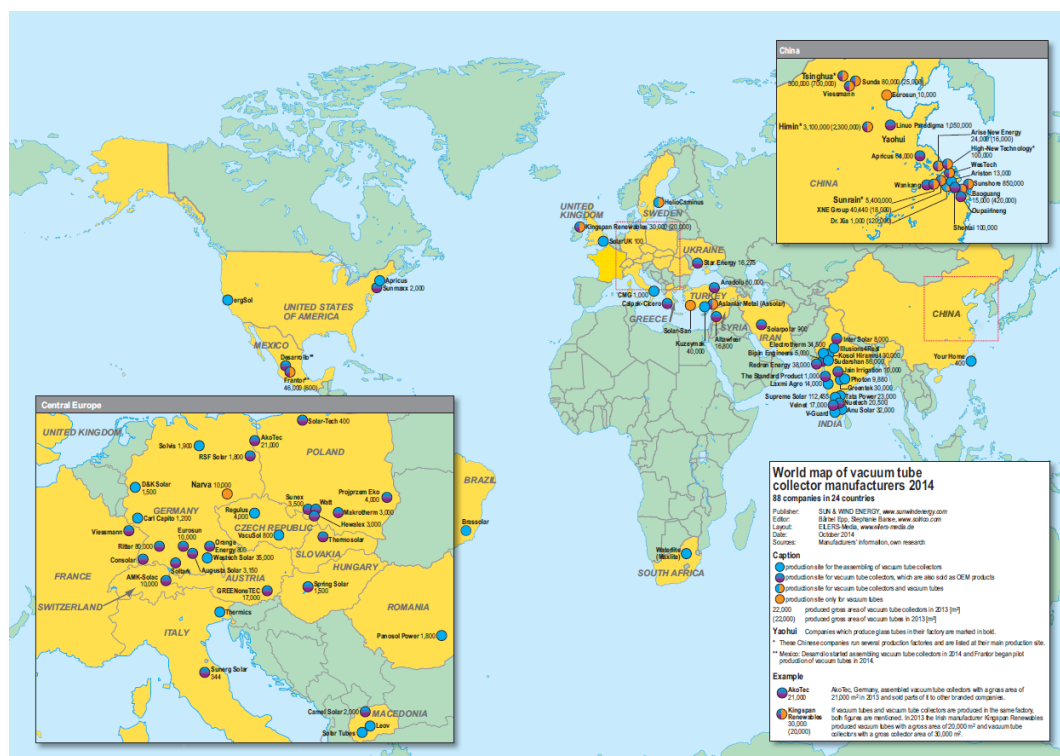


图 11 2014 年全球真空管集热器生产商分布

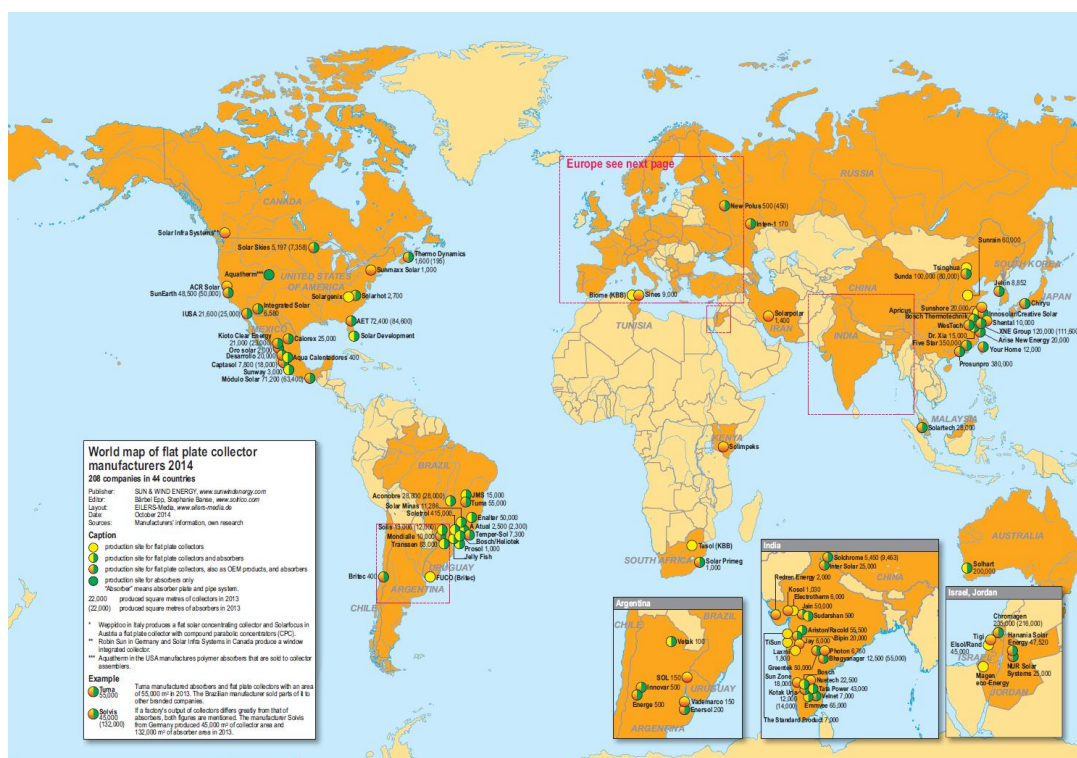


图 12 2014 年全球平板集热器生产商分布

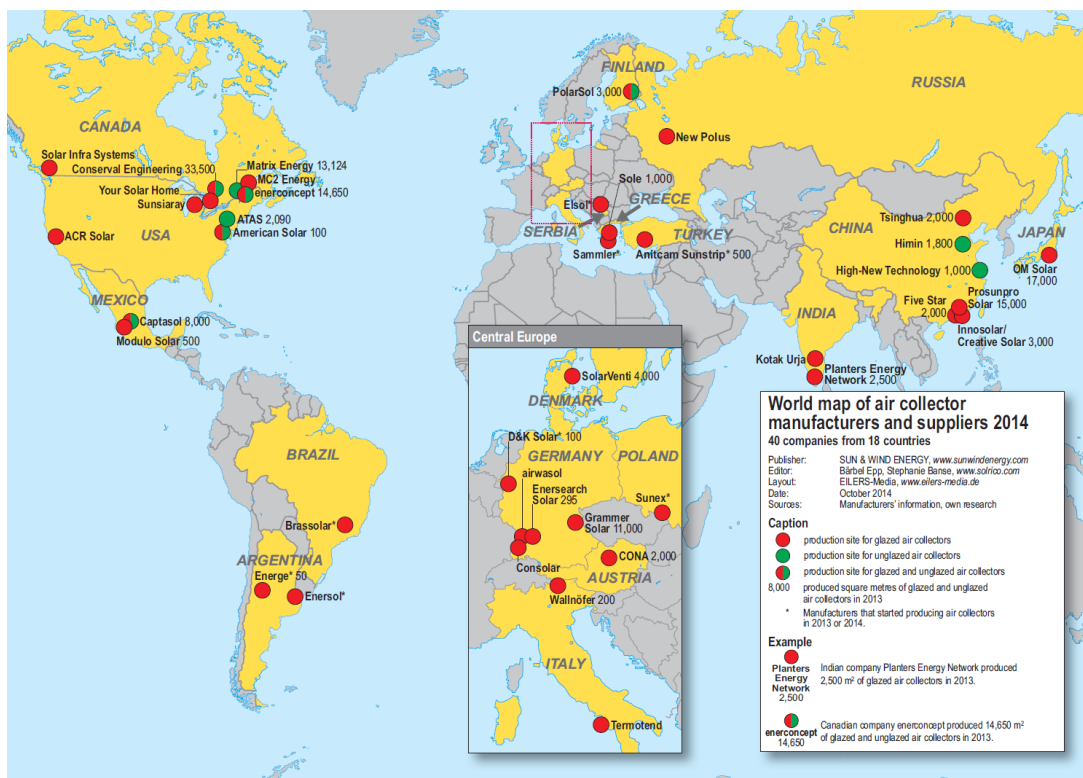


图 13 2014 年全球空气集热器生产商分布

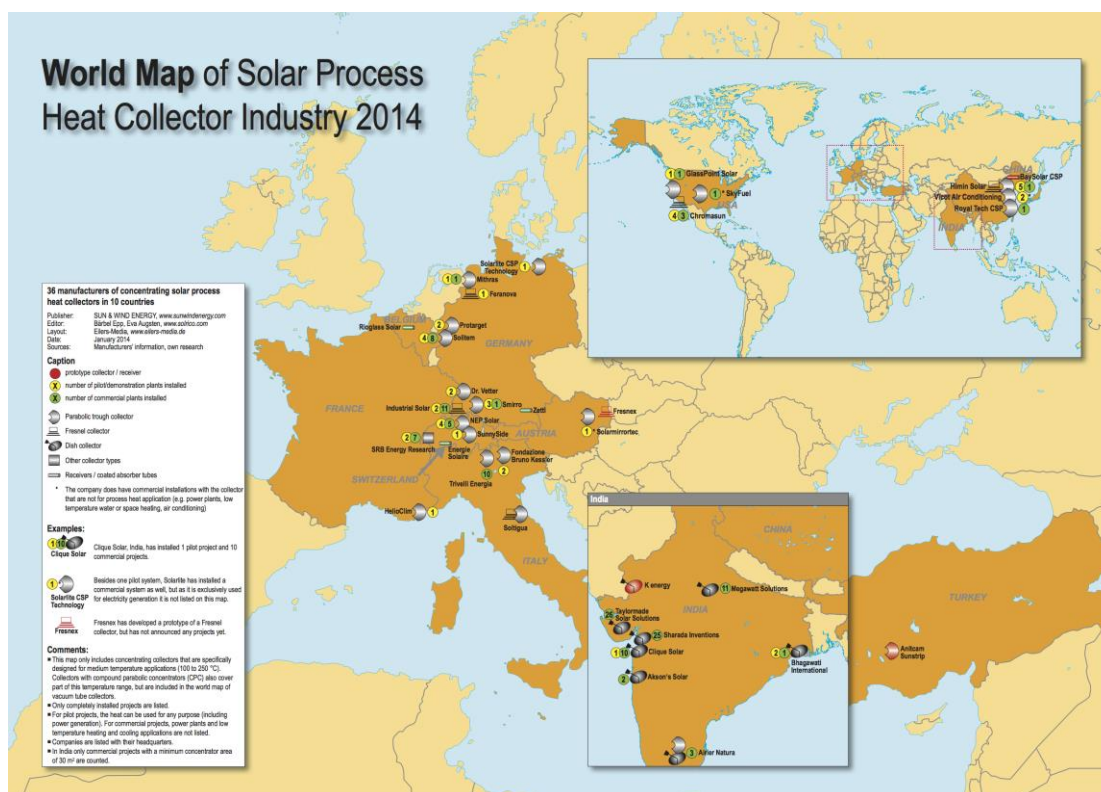


图 14 世界太阳能工业集热器生产商分布图

## 二 世界部分国家发展现状

太阳能热利用技术将太阳能主要用于家庭用水加热、房间加热、游泳池加热、干燥及其它工业应用。太阳能热利用系统还能满足制冷需要,它主要通过热驱动给压缩机提供动力,而非传统的机械能。因此,它是一种应用最广泛的热再生技术,也是唯一可以按照不同要求生产能量的技术,就像可再生电力那样,仅次于第 2 位的是风能。

随着太阳能利用效率不断提高,新技术不断发展,太阳能热利用产业界预测欧洲将减少 40%加热和制冷的能量需求,到 2050 年时,太阳能供热将能满足一半的中低温需求。太阳能热利用技术有可能提供 125 GWth 的工业热燃料,占工业热需求的 4%。

太阳能热水器系统是目前应用最多、技术最成熟的太阳能热利用系统。同时,太阳能热水系统也是太阳能采暖、太阳能制冷、空调等应用的基础。根据不同的分类方法,热水系统可以分为不同的形式和种类,如下表所示:

表 2 太阳能热水系统分类

| 序号 | 分类依据                 | 种类        | 定义                                              |
|----|----------------------|-----------|-------------------------------------------------|
| 1  | 按照生活热水与集热器内传热工质的关系分类 | 直接式热水系统   | 太阳能热水器直接加热贮水箱中的水的系统。                            |
|    |                      | 间接式热水系统   | 太阳能集热器加热某种传热工质,再利用该传热工质通过热交换器加热贮水箱中的水的系统。       |
| 2  | 按照运行方式分类             | 自然循环系统    | 太阳能集热器利用传热工质内部的温度梯度产生的密度差进行循环的太阳能热水系统,也称为热虹吸系统。 |
|    |                      | 直流式系统     | 传热工质(通常为水)一次流过太阳能集热器加热后,直接进入贮水箱或者热水供应处的太阳能热水系统。 |
|    |                      | 强制循环系统    | 利用水泵等机械设备的外部动力迫使传热工质通过太阳能集热器进行循环的太阳能热水系统。       |
| 3  | 按照有无辅助热源分类           | 有辅助热源热水系统 | 太阳能和其他水加热设备联合使用提供热水的太阳能热水系统。                    |
|    |                      | 无辅助热源热水系统 | 仅依靠太阳能来提供热水的系统。                                 |



|   |               |             |                                                       |
|---|---------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 4 | 按照供水范围分类      | 集中供热热水系统    | 太阳能集热器集中安装供应加热所需热量、热水统一供应分配的热水系统，如学校、部队、工厂。           |
|   |               | 集中供热-分散供水系统 | 太阳能集热器集中安装供应加热所需热量，热水则分配到每一个供水点，如不需计量的住宅、宿舍楼等。        |
|   |               | 分散供水热水系统    | 根据需求，太阳能集热器分散安装，热水供应也是相对独立的热水系统，多用于新建住宅统一安装单台热水器（系统）。 |
| 5 | 按照集热器与贮水箱位置分类 | 紧凑式系统       | 集热器和贮水箱相互独立，但是贮水箱直接安装在集热器上或者相邻位置上的系统。                 |
|   |               | 分离式系统       | 贮水箱和太阳能集热器分开一定距离安装，通常采用水泵等强制循环系统。                     |
|   |               | 闷晒式系统       | 集热器与热水箱结合为一体的系统。                                      |

## 2.1. 欧洲

### 2.1.1. 奥地利

奥地利联邦政府发布的 2014 年市场报告表明，在 2014 年，全国太阳能热产业增长连续第五次下滑，相比 2013 年下降了 15%，共增长 108.6MW<sub>th</sub> (155170 m<sup>2</sup>)。下图显示了 2014 年新安装的集热器面积在不同的场合所占的比例。有图可知，集热器安装在多户住宅有显著的增加。通过 2015 年前两个季度奥地利太阳能工业协会的数据可知，这种下降速度会放缓，部分原因是由于政府新出台的激励方案。

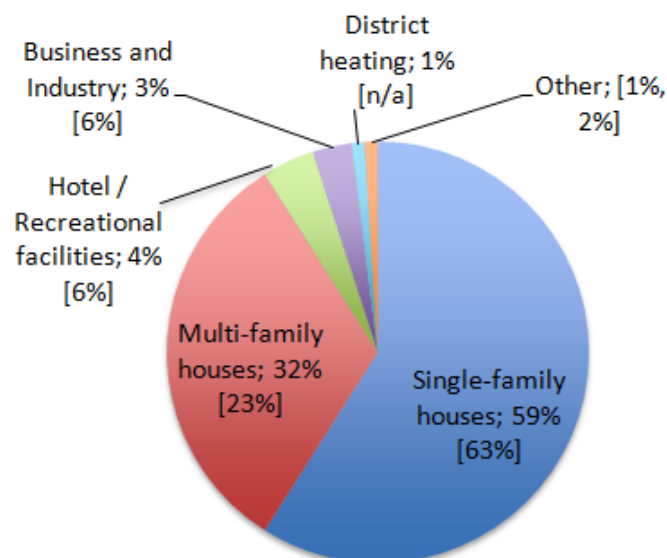


图 15 新增集热器安装面积比例分布图

(数据来源: [www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org))

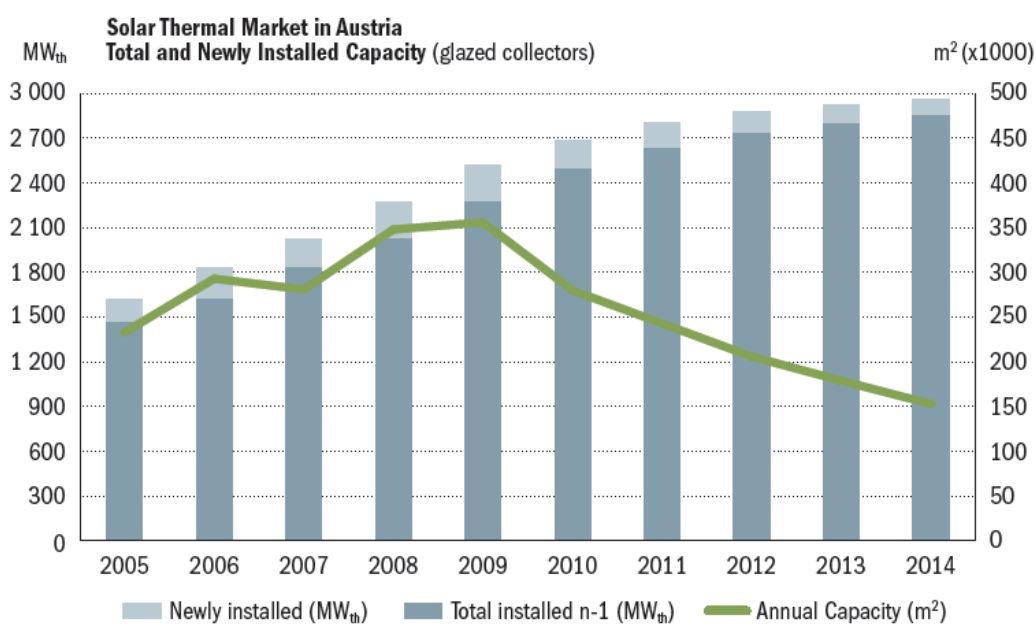


图 16 奥地利太阳能光热市场变化

(数据来源: Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告)

奥地利 2015 年总的太阳能集热器安装容量为 556.5MW<sub>th</sub> (795056 m²)，其中平板型集热器占 97%。出口仍是太阳能工业的主要驱动力，占到了 82%的份额，但是主要出口市场，如德国、意大利、西班牙等，出现了市场萎缩，在 2013 年下降了 18%。太阳能光热行业产生的营业额总计达到 2 亿 5500 万欧元，其中 1 亿 3400 万欧元来自国内的太阳能热发电厂，另外 1 亿 2100 万欧元来自出口。

## 2.1.2. 丹麦

2014 年丹麦新装机容量  $125\text{MW}_{\text{th}}$  ( $18 \text{ 万 m}^2$ )，其中 95%用于大型区域供热。到 2014 年末，总装机容量达到了  $675\text{MW}_{\text{th}}$  ( $965000 \text{ m}^2$ )，大约  $390\text{MW}_{\text{th}}$  是来自大型太阳能热水系统（大约  $1000 \text{ m}^2/700\text{kW}_{\text{th}}$ ）。丹麦最大的太阳能区域供热系统为  $50\text{MW}_{\text{th}}$  ( $7 \text{ 万 m}^2$ 集热器面积，20 万  $\text{m}^3$  季节性储热罐)。但是现在有个接近  $100\text{MW}_{\text{th}}$  的电厂正在商议中。

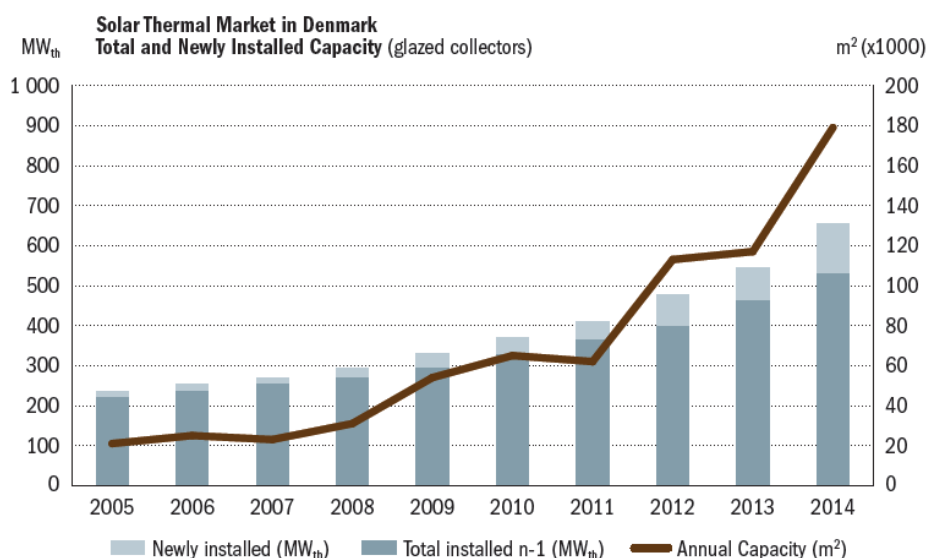


图 17 丹麦太阳能光热市场变化

(数据来源: Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告)

## 2.1.3. 德国

2014 年，德国的太阳能光热市场连续第三年下滑，只新增集热面积  $90 \text{ 万 m}^2$ ，回落到了 2004 年的水平。到 2014 年，总集热容量大约为  $12.9\text{GW}_{\text{th}}$  ( $1840 \text{ 万 m}^2$ )。增长速率每年减少 12%，表面德国的市场和太阳能技术遇到了很重要的困难。热水系统和采暖系统的平均安装面积分别已经下降至  $5 \text{ m}^2$  和  $12.5 \text{ m}^2$ 。而政策支持直到 2015 年 3 月没有发生变化，证明现有政策支持已经不足以刺激市场。

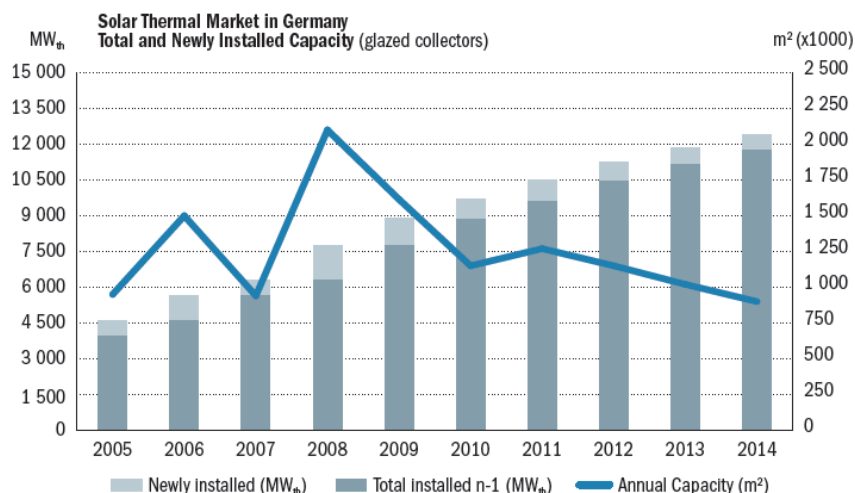


图 18 德国太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）

2015 年第一季度，市场已经恶化。在 4 月 1 日提出了新的政策希望刺激市场增长。对太阳能热水器每平米更高的补贴使得投资比以前更有吸引力。同时，政策制定者似乎意识到了德国可能在 2020 达不到欧盟可再生能源消耗的目标（18%）。热电厂和电力生产商正考虑太阳能热技术为他们的工厂产生热量，特别是需求比较低的春季和夏季，以此来应对低批发电价。甚至新的行业，如公用事业，由于受到碳税甚至老煤炭发电厂关闭的威胁，最近提出替代旧的供暖系统的激励方案以减少二氧化碳排放。虽然市场是可怕的，但可以看到未来的希望。

## 2.1.4. 希腊

2014 年，尽管受到金融危机和紧缩政策等经济环境的影响，希腊的太阳能市场出乎意料的出现了 18.9% 增长，新装容量 189MW<sub>th</sub>（27 万 m²）。这些新增的集热面积主要是旅游业（旅馆、度假酒店等）用来供应热水，这得感谢去年两百万的游客。同时，旧的太阳能热水系统换新市场也有上升趋势。希腊总装机容量达到了 3GW<sub>th</sub>（430 万 m²），比前一年上升了 2.6%。2015 年也将会和 2014 年一样保持增长，前景是非常令人鼓舞的。

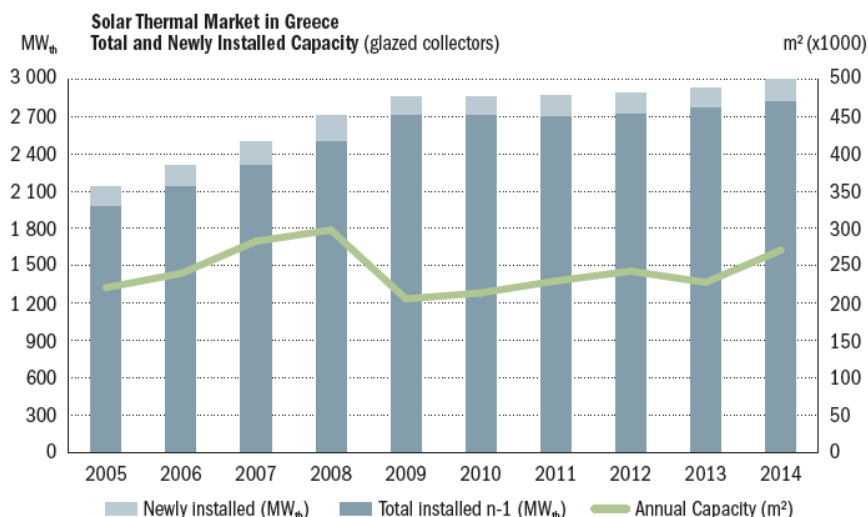


图 19 希腊太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）

## 2.1.5. 西班牙

2014 年，西班牙市场在连续四年的下降之后终于开始平稳，新装容量达到 178.5MW<sub>th</sub>，增长 9.8%。取得如此成绩背后的主要原因是在安达卢西亚的增长，这是西班牙目前唯一仍然积极支持太阳能光热产业的地区。到 2014 年底，西班牙总装容量为 2.24GW<sub>th</sub>，比去年增长 9%，只是为 2020 年目标的 20%。

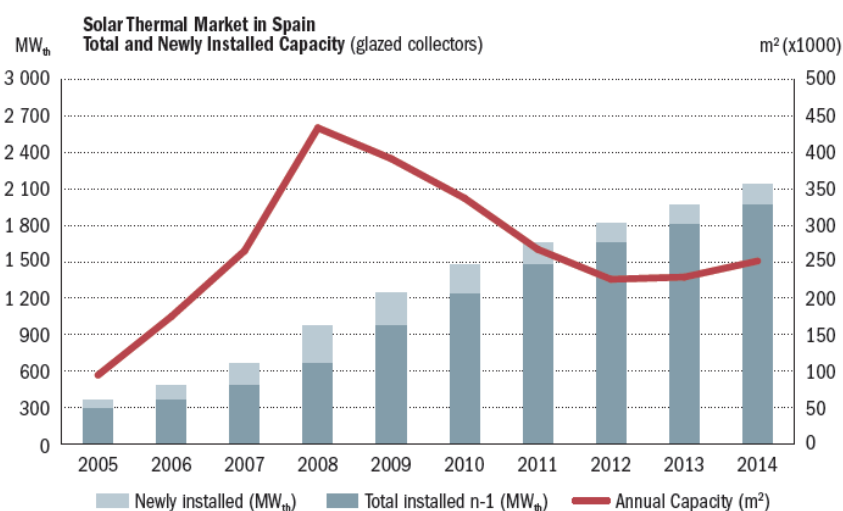


图 20 西班牙太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）

## 2.1.6. 法国

2014 年法国的太阳能集热器新装机容量下降了 21%，从 133.6MW<sub>th</sub> (190900 m<sup>2</sup>) 降到了 105.4MW<sub>th</sub> (150500 m<sup>2</sup>)。在住宅领域，家庭太阳能热水器面积减少了 15000 m<sup>2</sup>，下降 18%。由于预期的对新建建筑的政策变化在 2015 年并未按计划实施，因此可以预期，法国太阳能市场在未来几个月将继续疲软。目前一些措施已经在实施，以此来提升消费者的信心，并在未来三年内帮助稳定市场。

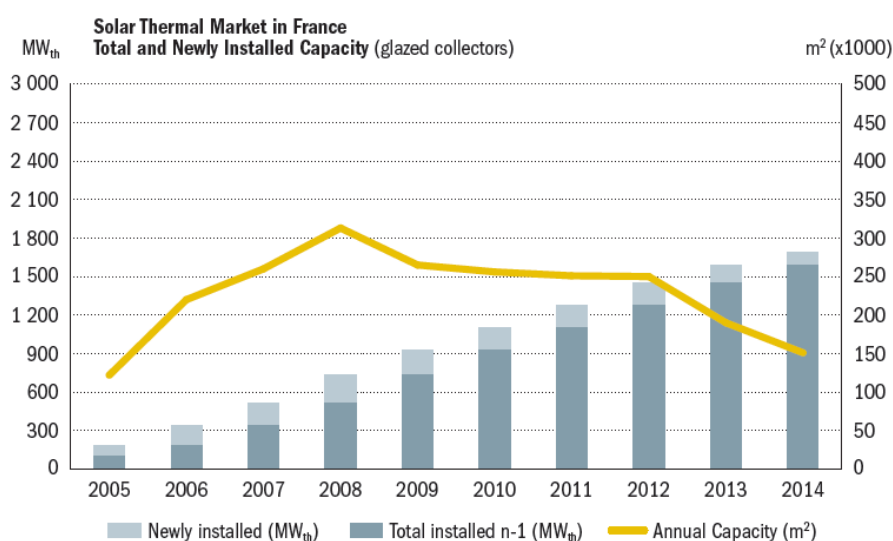


图 21 法国太阳能光热市场变化

(数据来源: Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告)

## 2.1.7. 瑞士

瑞士市场并没有像人们担心的那样萎缩。2014 年新装盖板集热器容量 79.1MW<sub>th</sub> (113000 m<sup>2</sup>)，下降了 7%。市场成交量与 2008 水平持平。集热器市场在由热泵为主单一家庭住宅中急剧减少。越来越多的将集热器与光伏结合起来，因为联邦政府对小型设备补贴 30%，以及一种新的自我消费规则。另一方面，多户住宅（主要是热水）被认为是一个潜在的增长市场，太阳能热水器在这里具有竞争力。这是因为安装的价格水平与邻国相比是非常高的。2015 年，瑞士 26 个州将采用新的补贴模式，其中将包括对太阳能光热的几点改进。

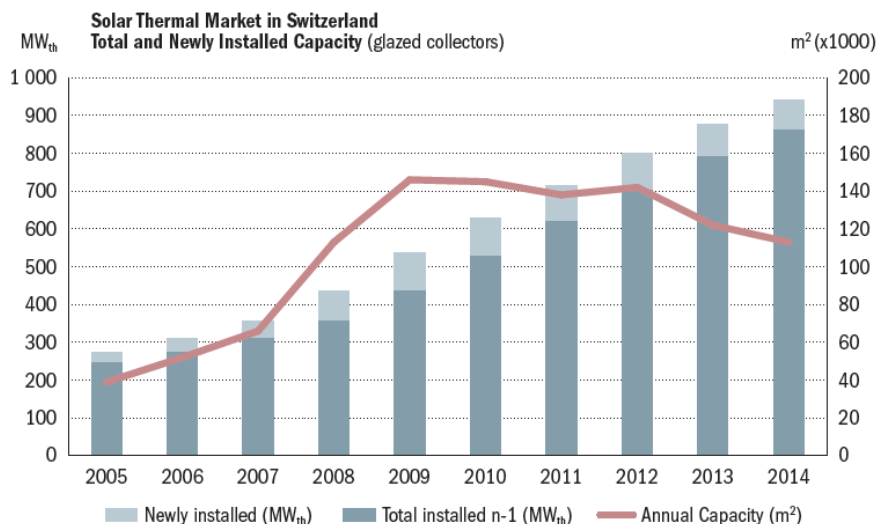


图 22 瑞士太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）

## 2.1.8. 比利时

比利时 2014 年新装机容量 36.4MW<sub>th</sub>，与去年相比下降了 12%，总装机容量达到了 345MW<sub>th</sub>（494033 m<sup>2</sup>）。人们对可再生能源的投资很少，光伏和热泵都面临着很困难的处境。2014 年底，瓦隆大区取消了补贴政策，其影响将会在 2015 年初看到。佛兰德斯的新建住所都必须安装可再生能源，如何让建造者相信太阳能集热器是最好的选择，是唯一的储能方式，并且从电力需求中独立，将是非常大的挑战。正是由于在瓦隆和佛兰德斯的市场非常困难，因此预测 2015 年比利时市场将会减少 20%。

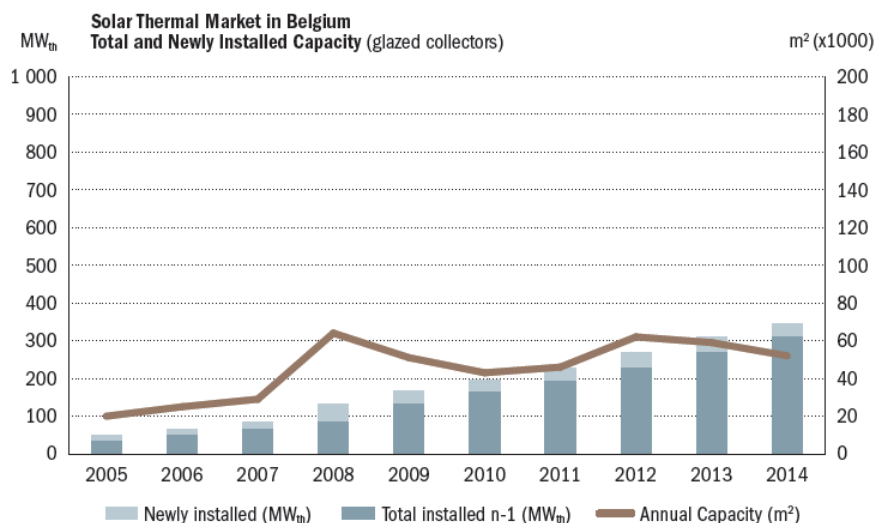


图 23 比利时太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）



## 2.1.9. 意大利

2014 年，意大利太阳能光热市场面临着很大的困难。由于经济危机以及政策支持减少，导致新装机容量的增长趋势继续下降，新增容量为 187MW<sub>th</sub> (268500 m<sup>2</sup>)。与 2013 年相比，市场下降了 25%，目前总装机容量只达到意大利 2020 年目标的 11%。尽管已经做出了很多努力来改善这种处境，但是预期对市场的影响效果却并没有达到。

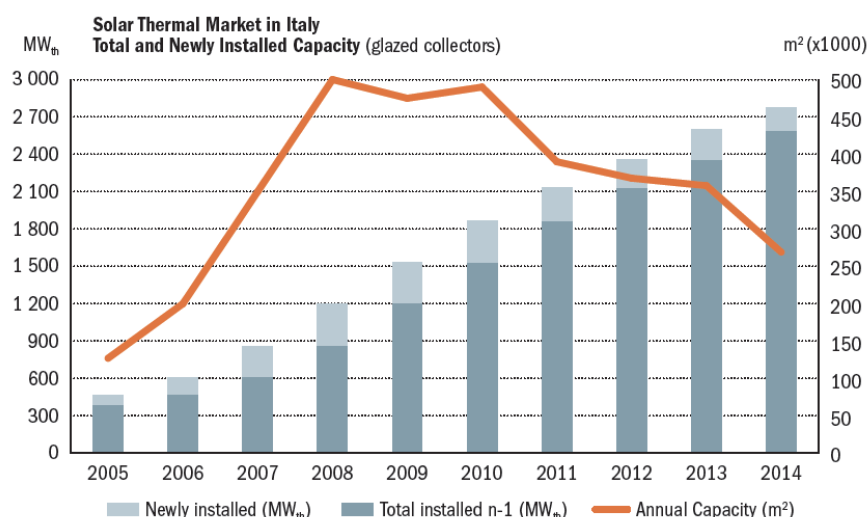


图 24 意大利太阳能光热市场变化

（数据来源：Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2014 报告）

## 2.2. 亚洲

### 2.2.1. 中国

#### 2.1.1 产业发展综述

近年来，中国大面积出现雾霾，节能减排的时间紧且任务重，成为了各地政府部门考核的指标。在 2015 政府报告中指出，要打好节能减排和环境治理攻坚战，环境污染是民生之患、民心之痛，要铁腕治理。今年二氧化碳排放强度要降低 3.1% 以上，化学需氧量、氨氮排放都要减少 2% 左右，二氧化硫、氮氧化物排放要分别减少 3% 左右和 5% 左右。深入实施大气污染防治行动计划，实施区域联防联控，推动燃煤电厂超低排放改造，促进重点区域煤炭消费零增长。2015 年预期目标是，能耗强度下降 3.1% 以上，主要污染物排放继续减少。

目前，中国发展面临“三期叠加”矛盾，资源环境约束加大，劳动力等要素成本上升，

高投入、高消耗、偏重数量扩张的发展方式已经难以为继，必须推动经济在稳定增长中优化结构。

中国太阳能热利用行业同样也面临这样的人口红利减少、劳动力成本上涨、家电下乡及惠民工程等利好政策结束的空窗期，加上产能过剩带来价格战越演越烈，不少企业遇到了前所未有的发展困境。但在全国各地新建建筑强制安装太阳能热水系统的利好形势下，坚持以市场为导向，技术创新为动力的行业整体思想引导下，中国太阳能热利用行业在市场开拓、技术创新等方面取得了一定的成绩，步入了新常态下的产业发展新时期。

## 2.1.2 中国太阳能热水器产业概况

2015 年中国太阳能集热系统的总销量增幅持续下滑，从零售和工程上来看，工程市场比重继续上升。

表 3 1998-2014 年中国太阳能集热系统面积统计表

| 年份   | 总产量（万 m <sup>2</sup> ）      | 增长率（%） | 保有量（万 m <sup>2</sup> ）         | 增长率（%） |
|------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| 1998 | 350（2450MW <sub>th</sub> ）  | —      | 1500（10500MW <sub>th</sub> ）   | —      |
| 1999 | 500（3500MW <sub>th</sub> ）  | 43     | 2000（14000MW <sub>th</sub> ）   | 33.33  |
| 2000 | 640（4480MW <sub>th</sub> ）  | 28     | 2600（18200MW <sub>th</sub> ）   | 30     |
| 2001 | 820（5740MW <sub>th</sub> ）  | 28     | 3200（22400MW <sub>th</sub> ）   | 23.08  |
| 2002 | 1000（7000MW <sub>th</sub> ） | 22     | 4000（28000MW <sub>th</sub> ）   | 25     |
| 2003 | 1200（8400MW <sub>th</sub> ） | 20     | 5000（35000MW <sub>th</sub> ）   | 25     |
| 2004 | 1350（9450MW <sub>th</sub> ） | 12.5   | 6200（43400MW <sub>th</sub> ）   | 24     |
| 2005 | 1500（1050MW <sub>th</sub> ） | 11.1   | 7500（52500MW <sub>th</sub> ）   | 20.97  |
| 2006 | 1800（1260MW <sub>th</sub> ） | 20     | 9000（63000MW <sub>th</sub> ）   | 20     |
| 2007 | 2300（1610MW <sub>th</sub> ） | 27.8   | 10800（75600MW <sub>th</sub> ）  | 20     |
| 2008 | 3100（2170MW <sub>th</sub> ） | 32.5   | 12500（87500MW <sub>th</sub> ）  | 15.74  |
| 2009 | 4200（2940MW <sub>th</sub> ） | 35.5   | 15000（105000MW <sub>th</sub> ） | 20     |
| 2010 | 4870（3409MW <sub>th</sub> ） | 16.7   | 19000（133000MW <sub>th</sub> ） | 26.67  |
| 2011 | 5697（3988MW <sub>th</sub> ） | 17.6   | 24600（177200MW <sub>th</sub> ） | 29.4   |
| 2012 | 6150（4305MW <sub>th</sub> ） | 7.9    | 30900（216300MW <sub>th</sub> ） | 25.6   |
| 2013 | 6270（4389MW <sub>th</sub> ） | 2      | 35000（245000MW <sub>th</sub> ） | 13.26  |
| 2014 | 5140（3598MW <sub>th</sub> ） | -18    | 3920（244400MW <sub>th</sub> ）  | 12     |
| 2015 | 4110（2870MW <sub>th</sub> ） | -20    | 4230（296100MW <sub>th</sub> ）  | 8      |

一直以来，中国十分重视大力发展新能源和可再生能源，特别是积极利用太阳能。中国太阳能资源丰富，开发潜力巨大，具有广阔的应用前景。“十二五”时期，中国坚持集中开发与分布式利用相结合，推进太阳能多元化利用。加大太阳能热水器普及力度，鼓励太阳能集中供热水、太阳能采暖和制冷、太阳能中高温工业应用。在农村、边疆和小城镇推广使用太阳能热水器、太阳灶和太阳房。到 2015 年，中国将建成太阳能发电装机容量 2100 万千瓦以上，太阳能集热面积达到 4 亿平方米。

从表 3 来看，中国太阳能热利用行业 2015 年虽然仍处于负增长，但保有量达到了 4 亿多平方米。完成了国家“十二五”的太阳能集热面积 4 亿平方米的目标。

## 2.1.3 城镇化助推中国光热发展

城市是能源资源消耗主体，也因此是碳排放的主要来源。在全球范围内，城市的面积约占地表面积的 3%，却消耗了 75% 的自然能源，排放了 60% 至 70% 的二氧化碳。而在发展中国家，这一比例更大。

2014 年年末，中国设市城市 653 个，其中直辖市 4 个、地级市 288 个、县级市 361 个。据对 651 个城市、1 个特殊区域、1 个新撤销市统计汇总，城市城区户籍人口 3.86 亿人，暂住人口 0.60 亿人，建成区面积 4.98 万平方公里。

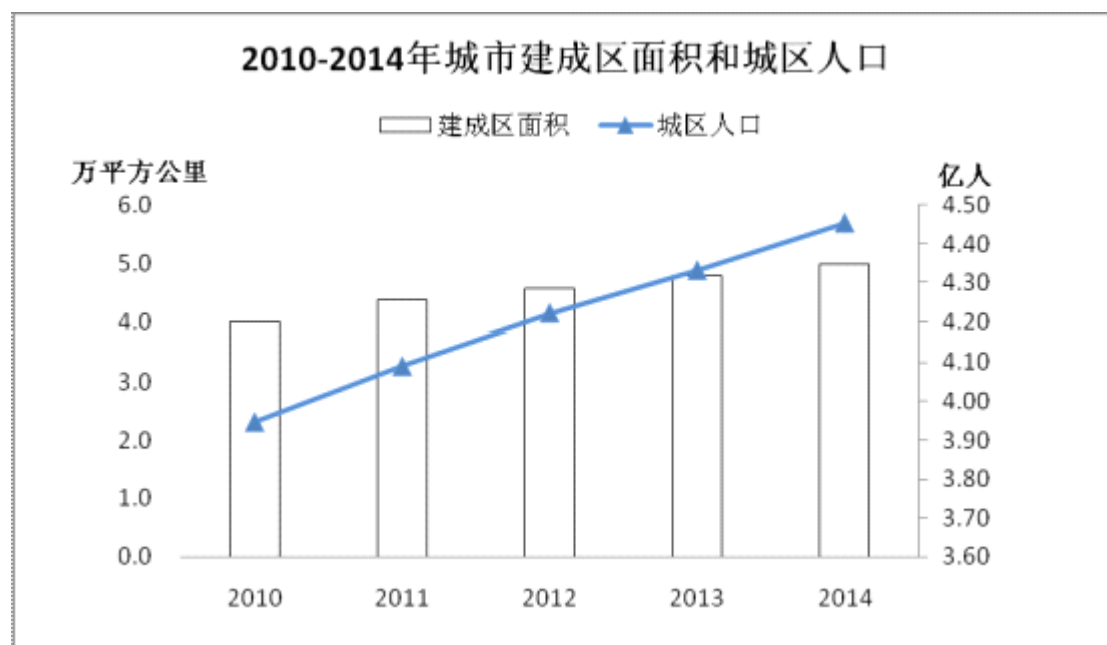


图 25 中国城市建成区面积和城区人口变化

中国城镇化进程的速度史无前例。全国城市人口比例从 1978 年的 18% 上升至 2013 年的 53.7%，平均每年约 1500 万农民转成城镇居民。于此同时，城乡居民的家庭收入也持续

增长。

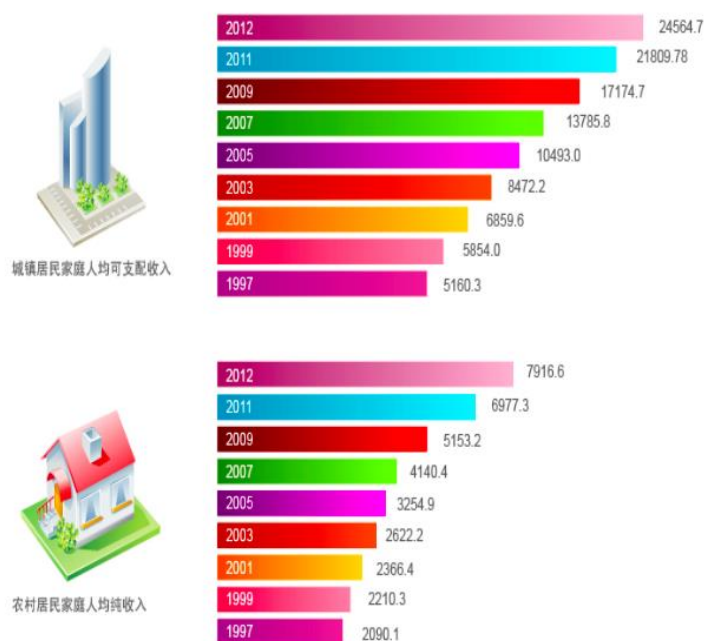


图 26 中国城乡家庭收入变化情况

目前，中国已经拥有全世界最庞大的城镇人口 7.3 亿，相当于 2.4 倍的美国人口或 9 倍多俄罗斯人口。据预测，2030 年中国的城市人口数量将达到 10 亿。快速的城镇化进程给中国带来经济增长、贫困人口减少、生活水平的提高，同时也带来诸多问题和困扰。在环境方面，低密度的土地利用、快速的机动化、落后的能源使用效率使中国城市的碳排放甚为可观。



图 27 2005-2014 中国城镇化率（单位%）

2014 年中国城镇化率为 54.77%，与中等收入国家 61%、高收入国家 78% 相距甚远。因此，随着越来越多的人口迁居城镇，居民能源消费量将大幅度增加。而大规模城镇基础设施

施和住房建设所需要的大量水泥和钢铁只能在国内生产,因为国际市场无法为中国提供如此大规模的钢材和水泥。因此,中国城镇化进程不可避免地面临着能源稀缺、环境污染排放等诸多挑战。而可再生能源具有的清洁环保特性,使它可以在城镇化进程中成为节能减排的主要力量。

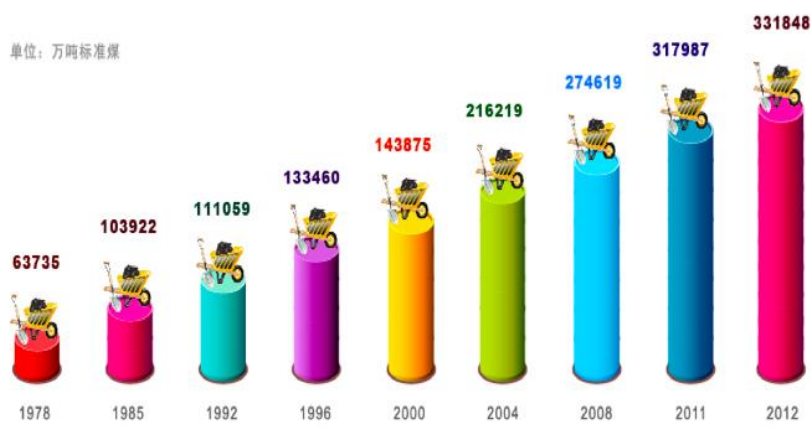


图 28 中国能源生产情况

2014年,全国城市人工煤气供气总量56.0亿立方米,天然气供气总量964.4亿立方米,液化石油气供气总量1082.7万吨,分别比上年减少10.9%、增长7.0%、减少2.4%。人工煤气供气管道长度2.9万公里,天然气供气管道长度43.5万公里,液化石油气供气管道长度1.1万公里,分别比上年减少4.7%、增长11.9%、减少18.2%。用气人口4.21亿人,燃气普及率94.56%,比上年增加0.31个百分点。

表4 2010-2014年城市燃气

| 年份   | 人工煤气供气总量 (亿m <sup>3</sup> ) | 天然气供气总量 (亿m <sup>3</sup> ) | 液化石油气供气总量 (万吨) | 供气管道长度 (万公里) | 燃气普及率 (%) |
|------|-----------------------------|----------------------------|----------------|--------------|-----------|
| 2010 | 279.9                       | 487.6                      | 1268.0         | 30.9         | 92.04     |
| 2011 | 84.7                        | 678.8                      | 1165.8         | 34.9         | 92.41     |
| 2012 | 77.0                        | 795.0                      | 1114.8         | 38.9         | 93.15     |
| 2013 | 62.8                        | 901.0                      | 1109.7         | 43.2         | 94.25     |
| 2014 | 56.0                        | 964.4                      | 1082.7         | 47.5         | 94.56     |

城市集中供热方面,2014年年末,城市蒸汽供热能力8.5万吨/小时,比上年增长0.4%,热水供热能力44.7万千瓦,比上年增长10.8%,供热管道18.7万公里,比上年增长5.1%,集中供热面积61.1亿平方米,比上年增长6.9%。

表5 2010-2014年城市集中供热

| 年份   | 供热能力      |         | 管道长度（万公里） |      | 集中供热面积（亿m <sup>2</sup> ） |
|------|-----------|---------|-----------|------|--------------------------|
|      | 蒸汽（万吨/小时） | 热水（万兆瓦） | 蒸汽        | 热水   |                          |
| 2010 | 10.5      | 31.6    | 1.5       | 12.4 | 43.6                     |
| 2011 | 8.5       | 33.9    | 1.3       | 13.4 | 47.4                     |
| 2012 | 8.6       | 36.5    | 1.3       | 14.7 | 51.8                     |
| 2013 | 8.4       | 40.4    | 1.2       | 16.6 | 57.2                     |
| 2014 | 8.5       | 44.7    | 1.2       | 17.5 | 61.1                     |

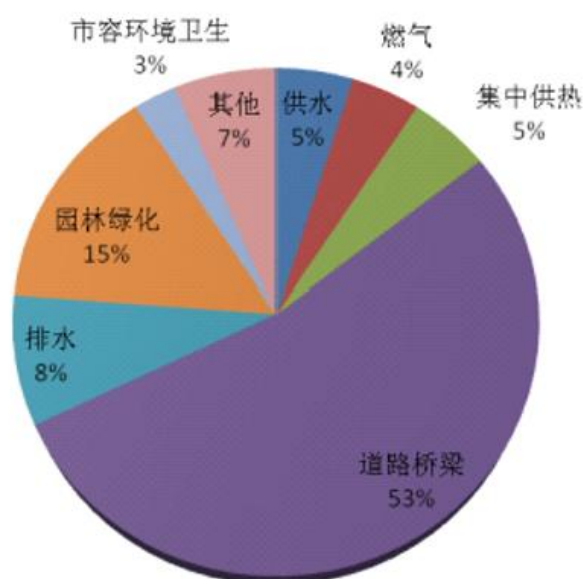


图29 2014年按行业分县城市政公用设施固定资产投资

中国县城市政公用设施投资新增固定资产 2820.5 亿元，固定资产投资交付使用率为 79.0%。主要新增生产能力（或效益）是：供水日综合生产能力 273 万立方米，天然气储气能力 1308 万立方米，集中供热蒸汽能力 397 吨/小时，热水能力 1.31 万兆瓦，道路长度 5687 公里，排水管道长度 1.0 万公里，污水处理厂日处理能力 206 万立方米，生活垃圾无害化日处理能力 7721 吨。

2014 年，全国县城人工煤气供应总量 8.5 亿立方米，天然气供气总量 92.6 亿立方米，液化石油气供气总量 235.3 万吨，分别比上年增长 10.9%、增长 13.6%、减少 2.4%。人工煤气供气管道长度 0.15 万公里，天然气供气管道长度 8.88 万公里，液化石油气供气管道长度 0.25 万公里，分别比上年增长 14.7%、增长 15.2%、增长 13.5%。用气人口 1.15 亿人，燃气普及率达到 73.23%，比上年增加 2.32 个百分点。

表6 2010-2014年县城燃气

| 年份   | 人工煤气供气<br>总量（亿m <sup>3</sup> ） | 天然气供气总<br>量（亿m <sup>3</sup> ） | 液化石油气供气<br>总量（万吨） | 供气管道长度<br>（万公里） | 燃气普及率<br>（%） |
|------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 2010 | 4.1                            | 40.0                          | 218.5             | 4.67            | 64.89        |
| 2011 | 9.5                            | 53.9                          | 242.2             | 5.65            | 66.52        |
| 2012 | 8.6                            | 70.1                          | 256.9             | 7.07            | 68.50        |
| 2013 | 7.7                            | 81.6                          | 241.1             | 8.07            | 70.91        |
| 2014 | 8.5                            | 92.6                          | 235.3             | 9.28            | 73.23        |

县城集中供热方面，2014 年年末，蒸汽供热能力达到 1.3 万吨/小时，比上年减少 2.1%，热水供热能力达到 12.9 万兆瓦，比上年增长 20.4%，供热管道 4.4 万公里，比上年增长 9.6%，集中供热面积 11.4 亿平方米，比上年增长 10.5%。

表7 2010-2014年县城集中供热

| 年份   | 供热能力      |         | 管道长度（万公里） |     | 集中供热面积（亿m <sup>2</sup> ） |
|------|-----------|---------|-----------|-----|--------------------------|
|      | 蒸汽（万吨/小时） | 热水（万兆瓦） | 蒸汽        | 热水  |                          |
| 2010 | 1.5       | 6.9     | 0.2       | 2.4 | 6.1                      |
| 2011 | 1.5       | 8.1     | 0.2       | 2.9 | 7.8                      |
| 2012 | 1.4       | 9.7     | 0.2       | 3.2 | 9.1                      |
| 2013 | 1.3       | 10.8    | 0.3       | 3.7 | 10.3                     |
| 2014 | 1.3       | 12.9    | 0.3       | 4.1 | 11.4                     |

从上面的数据可以看到，在城镇化进程中，中国的能源消耗量是非常巨大的。除了直接使用可再生能源替代化石燃料以及发展分布式能源以外，可再生能源在城镇化过程中作用尤为重要。目前国内城镇建筑的能耗占城镇能耗的 20%左右。太阳能和浅层地能等都属于低品位能源，热值不高，按照分级用能原则，这些能源最能满足建筑生活用能的需要，因此，大力推进太阳能、浅层地能等可再生能源在建筑中的应用，是解决建筑用能的经济合理选择。可以说，中国的城镇化进程为光热建筑一体化工程提供了巨大的市场。

当然，我们无法夸大可再生能源在城镇化进程中的作用，因为可再生能源依然有其不足之处，其推广未必跟得上城镇化的快速步伐，从量上说，中国城镇化进程的能源支持当前依然以常规能源为主。此外，可再生能源建筑也存在投资大，回收年限长等问题，因此除了政府提高和规范建筑节能标准和认证，还需要政府和金融业的政策激励和融资支持，以驱动技术创新和资本投入。



## 2.1.4 政策激励

在中央政府节能减排的政策压力下，各地政府也陆续出台一系列鼓励光热行业发展的政策。

**北京市**规定新建保障性住房、两限房、普通商品房、公共建筑以及文化、卫生、体育、社会福利等社会公益事业单位和政府机构等建筑全面推广太阳能热水系统，到 2012 年 12 月 31 日前，对前 100 万平方米集热器面积，由市政府固定资产投资按照 200 元/平方米的标准给予补贴。同时北京启动“阳光 2000 工程”，每年投资 2 亿元，建 2000 个太阳能浴室，改善郊区农村洗浴条件。

**安徽省合肥市**规定自 2009 年 3 月 1 日起，新建建筑工程中应用太阳能利用系统，并纳入建设工程基本建设程序，同步设计、同步施工、同步验收，与建设工程同时投入使用；新建十二层及以下居住建筑，建设单位应为全体住户配置太阳能热水系统，并做好太阳能利用与建筑一体化。

**吉林省长春市**规定新建 12 层以下居住建筑和新建、改建、扩建的宾馆、酒店、商住楼等建筑工程项目，宜统一设计和安装太阳能热水器系统。

宁夏回族自治区要求自 2010 年 1 月 1 日起，在自治区 5 个设区市城区范围内，符合以下条件的民用建筑必须统一配建太阳能热水系统：12 层以下的住宅、宿舍和公寓；政府机关办公楼、医院、学校、托儿所、幼儿园、招待所、旅馆、宾馆、商场、公共浴池等具有太阳能热水系统应用条件、有集中热水需求的公共建筑。

**江苏省**要求自 2008 年 1 月 1 日起，新建宾馆、酒店、商住楼等有热水需要的公共建筑以及十二层以下住宅，应当按照规定统一设计、安装太阳能热水系统；鼓励既有居住建筑和宾馆、酒店、商住楼等有热水需要的公共建筑在进行节能改造时，设计、安装太阳能热水系统；住宅建筑应用太阳能热水系统要根据建筑条件、住户用水需求和管理要求选择适用系统，在技术经济合理的前提下，尽可能利用屋面面积，集热器面积一般应能满足 60%以上住户热水需求；宾馆、医院、学校等公共建筑一般应采用集中供热系统。

**湖北省**要求自 2010 年 1 月 1 日起，全省城市城区范围内所有具备太阳能集热条件的新建 12 层及以下住宅（含商住楼）和新建、改建、扩建的宾馆、酒店、医院病房大楼、老年人建筑、学校宿舍、托幼建筑及政府机关和财政投资的建筑等有热水需求的公共建筑，应统一设计和安装应用太阳能热水系统；鼓励 13 层以上的居住建筑和其它公共建筑、农村集中建设的居住点统一设计和安装应用太阳能热水系统。

**山东省**出台《山东省太阳能集热系统财政补贴资金使用管理暂行办法》。其中第五条补贴资金使用范围包括：省内三星级（含三星级）以上宾馆和教育厅所属高校（以下简称高校）。

**第六条补贴资金补贴标准：**按照新建太阳能集热系统总投资的 30%给予补贴，每个项目补贴资金最多不超过 150 万元。山东启动农村中小学“两热一暖一改”工程山东省教育厅、财政厅、农业厅等三部门联合启动山东农村中小学“两热一暖一改”工程（简称“211 工程”），试点学校师生用热水、吃热饭、取暖过冬成为现实。“两热一暖一改”首期投资共 5000 万元。其中，“两热一暖”工程首批试点学校共 20 个，潍坊、滨州、济宁、临沂、淄博 5 市，每市确定一个试点县，每个试点县 4 所试点校，每补助 100 万元。自山东省推广太阳能集热系统财政补贴以来，泰安市已有 8 家三星级以上宾馆因新建太阳能集热系统改造项目已经申报并通过了审核，将获省级财政补贴 207 万元，其中包括市区 4 家宾馆、新泰两家、宁阳两家。威海市也有 12 家三星级以上宾馆因新建太阳能集热系统节能改造，从而获得省级财政补贴 1108 万元。淄博市的淄博饭店、张店宾馆太阳能集热系统项目顺利通过山东省经贸委、省财政厅初审。全省县城以上城市规划区内新建、改建、扩建的 12 层及以下住宅建筑和集中供应热水的公共建筑，必须应用太阳能光热系统，并与建筑进行一体化设计与施工；鼓励 12 层以上高层住宅建筑逐步采用太阳能光热系统；基础教育学校按照新建太阳能集热系统投资的 50%给予补贴；其他学校、宾馆按照新建太阳能集热系统投资的 30%给予补贴。

**福建省**发布《太阳能产业发展行动计划》。该省将把太阳能产业作为该省的战略产业予以重点培育，行动计划方案指出，福建省将争取今后每年在农村推广太阳能热水器 3 万户，在全省中小城市太阳能平板集热器与建筑一体化的推广面积达到 5 万平方米以上，全省太阳能集热装置产能达到 50 万平方米，保有量达到 40 万平方米。同时，培植 1—3 个产值达到 10 亿元以上的龙头企业；建设 3—5 个光热产品应用示范园区，建设 1—2 个光热和光伏产业技术创新和研发平台；建设 1 个光热和光伏产业公共服务平台，1 个检中心。逐步形成太阳能光热系统产品与太阳能一体化的完整产业链。

2015 年，在以往政策基础上，各级政府又陆续出台一批有利于太阳能光热产业等新能源的规划和政策。

9 月 29 日，国家发改委发布公告：国务院正式批复《河北省张家口市可再生能源示范区发展规划》。规划明确，大力推广太阳能热水和太阳能采暖，到 2020 年太阳能热利用面积达到 700 万 m<sup>2</sup>；到 2030 年太阳能热利用面积达到 1500 万 m<sup>2</sup>。

**山东省**发布了《居住建筑节能设计标准》；**河北省**印发决定在全省规模化开展太阳能热水系统建筑应用工作通知；**浙江省**制定《民用建筑可再生能源应用核算标准》；**江苏省**人大通过《江苏省绿色建筑发展条例》；**济南市**鼓励 100 m<sup>2</sup>以上建筑应用太阳能热水系统；**青岛市**出台加快清洁能源供热发展实施细则；**贵阳市**出台《贵阳市绿色建筑行动实施方案》；**柳州市**出台《柳州市绿色建筑行动实施方案》等等。这一系列政策的出台，大力推动了中国光热行业的快速发展。

## 2.2.2. 中国台湾地区

台湾的热水器安装从 1986 年开始就得到了政府的投资补贴。为了促进发展，到 2009 年，每平方米的补贴已经翻倍，达到了 2250 台币。这也使得 2010 年新增集热器面积 127751 m<sup>2</sup>。住宅热水器的投资成本稳定在大约每平方米 10500 新台币，其中补贴能够占到 21%。但是 2010 年的增长已经很难再达到，长期的补贴政策已经失去了拓展市场的动力。下图是台湾历年集热器面积新增图。



图 30 台湾集热器安装面积历年变化

（数据来源：[www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org)）

## 2.2.3. 泰国

与世界上其他国家相比，泰国太阳能的潜力相对较高。泰国气候属于热带季风气候。全年分为热、雨、旱三季。年均气温 24~30℃。常年温度不下 18℃，平均年降水量约 1000 毫米。每天日照时间为 7.4 小时，平均每天的太阳辐照强度为 18.2 兆焦/平方米。

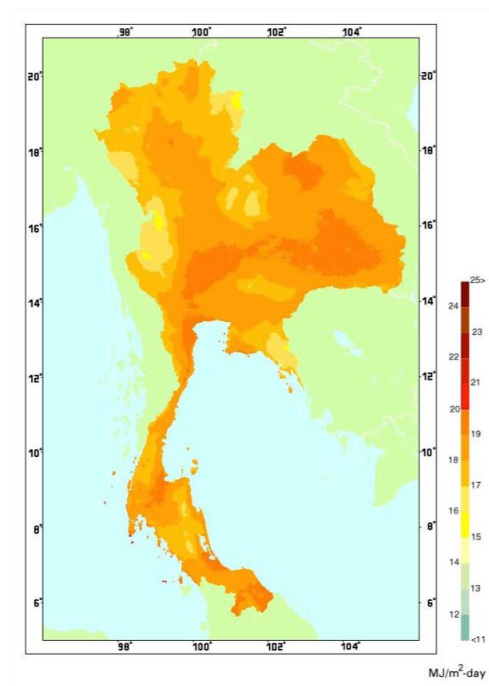


图 31 泰国太阳能资源分布

(数据来源:泰国替代能源发展和效率部门(DEDE),能源部)

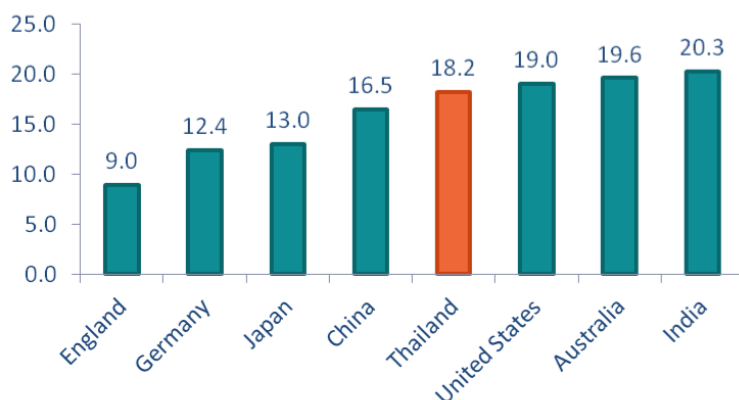


图 32 泰国与其他国家的太阳能潜力比较

(数据来源:泰国替代能源发展和效率部门(DEDE),能源部)

泰国拥有丰富的太阳能资源。尽管如此，泰国却依赖能源进口。泰国 2012 年可利用能量 143,690ktoe，终端能源消耗为 73316ktoe。据报道 2012 总的能源进口 66,613ktoe，是泰国有用能源的 46%，为整个国家提供 54%的可用能源。

由于石油价格的快速增长，刺激了该国替代能源来取代石油使用的意识。泰国的替代能源消费在 2009-2012 年期间增长了 16.3%。替代能源如太阳能，生物质能，沼气和市政固体废物产生的热耗占了最大的一部份份额，从 2009-2012 年平均 69%。

预计到 2017 年，泰国在能源方面的消费将达到 2.1 万亿泰铢，为此，泰国政府已经制

订了一项计划，到 2020 年时，使 20% 的能源消费量来自可再生能源。泰国可再生能源计划中最为强调的就是发展太阳能，要在全国家范围内推广太阳能发展。

泰国政府于 1992 年设立节能基金，已经积累了上百亿的可再生能源发展基金，以鼓励可再生能源、清洁能源的生产。泰国计划把未来的可再生能源的利用目前发电量的 1% 提高到 8%，从国家专项资金中给予支持，专门拨付了 10 亿泰铢作为可再生能源的发展支持基金，并进行税收政策上的优惠。

至 2011 年底，泰国政府将采用新的 FIT 方案，加速可再生能源产业的发展，彰显了泰国在满足能源需求增长、克服碳排放方面的努力。目前，泰国国王以各种形式来激励可再生能源包括太阳能的发展，包括补贴政策中的“奖金模式”。根据该方案，“奖金”包含在具体的可再生能源电价中。同时，化石燃料价格可能会使 2011 年该国可再生能源使用增加 12%-14%。在政府的大力支持下，泰国的新能源发展得到了迅速的发展

据估计，在泰国大约有 40 个太阳能卖家。40 家公司中的 19 家常常配合政府的补贴项目。泰国的太阳能热水器补贴计划始于 2008 年，将延期至 2021 年。该补贴计划将逐步减少资金额度，从现有的投资成本的 25% 降低到 2017 年的 15%。

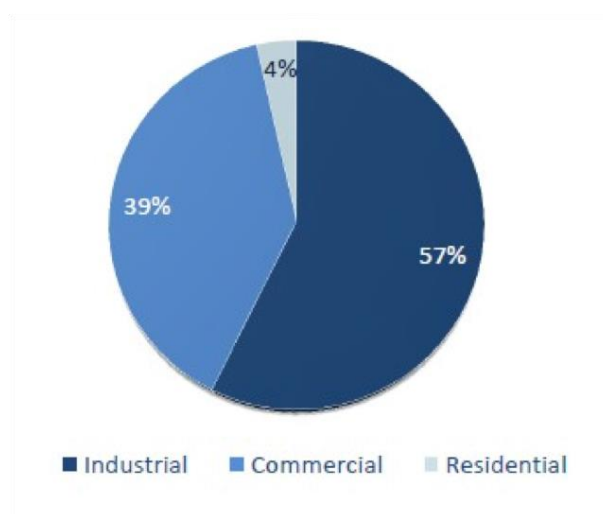


图 33 太阳能热市场分布比例

（数据来源:泰国替代能源发展和效率部门(DEDE),能源部）

由于政府对太阳能热技术在工业领域中的应用的宣传活动，在过去的几年里，农场和工厂的用户数量已大大增加。大面积的太阳能集热器安装在每个项目站点，如农场 8160 平方米和食品加工业 2000—4000 平方米，促成 2012 年太阳热能 57% 的市场份额。

泰国能源部替代能源发展计划(AEDP)旨在促进使用太阳能产热和发电，最终想达到泰国 2021 年底 100ktoe 的目标。AEDP 最后 10 年战略路线图的目标是到 2021 年使用可再生能源在能源消费总量占到 25%。这个计划是旧的可再生能源示范项目的调整(REDP:2008 -

2008)。具体实施细节如下图。

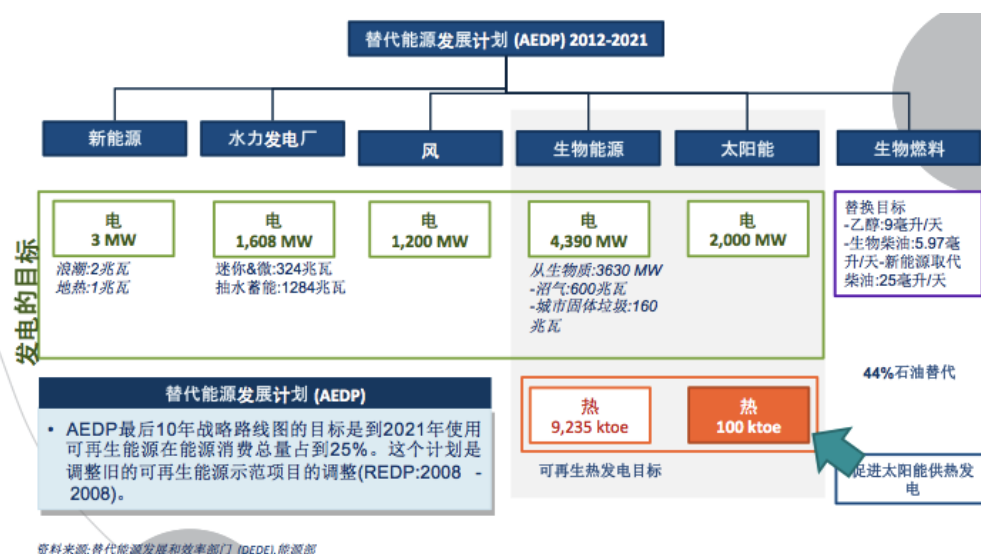


图 34 替代能源发展计划各领域目标

(数据来源:泰国替代能源发展和效率部门(DEDE),能源部)

AEDP 计划中太阳能热能占比的提升将从以下几个方面进行：1、促进太阳能加热/冷却的系统安装。政府大楼可能安装试点计划。2、低成本发展家庭太阳能热水系统。3、开发强制机制如建筑物能源法规规范大型建筑太阳能的热/冷水系统安装。4、促进中小企业和地方企业（OTOP）太阳能干燥系统。同时泰国政府鼓励企业通过技术手段向节能型方面发展。对企业由于采用节能产品或技术改造所带来的利润，100%免所得税。调整整个国家的产业结构，使产业从能源消耗型向集约型发展，致力在未来几年内，使能源对 GDP 的需求弹性由目前的 1.4 降低为 1。由于 AEDP 的不断支持和住宅和工业部门的需求上升，2022 年年度泰国太阳能热市场规模预计将达到 130000 平方米。

## 2.2.4. 日本

日本 2014 年新安装的集热器面积规模约为 10 万 m<sup>2</sup>，同时真空管集热器只占有很小的一部分市场，但是很难成为全球太阳能光热行业的焦点。

日本的太阳能光热产业完全是靠自己发展的，因为政府仍然想促进核能发展，再加上日本经济的疲软和油价的下跌，导致日本的光热市场不断下降萎缩，前景堪忧。下图是日本太阳能系统发展联盟统计的集热器安装面积历年变化数据，数据仅来自成员企业，覆盖了大约 80% 的市场。

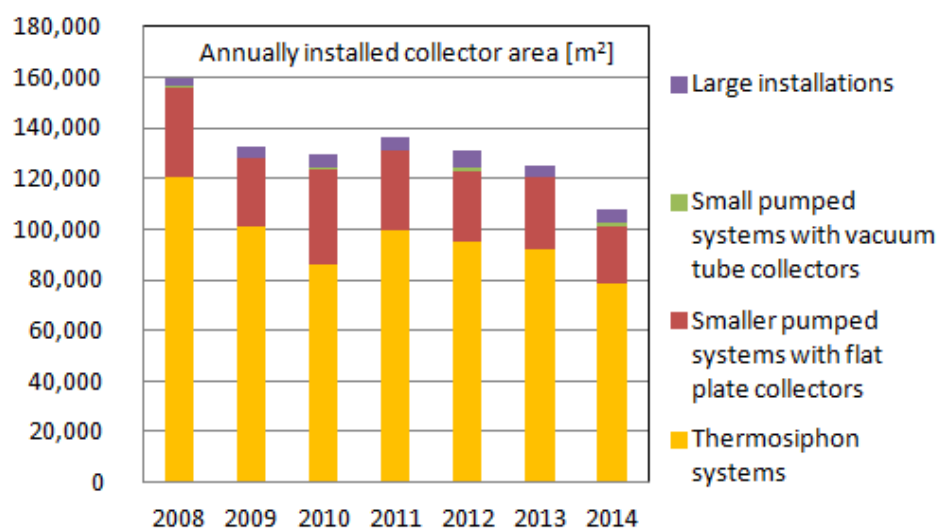


图 35 日本集热器安装面积历年变化

(数据来源: [www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org))

## 2.2.5. 印度

印度太阳能热水系统市场正在发生转变, 从依靠政府补贴转为依靠独立的基础来增强市场。在 2014-2015 财政年度, 热水器市场不得不面对严重的下降, 在 2014 年 7 月政府补贴计划停止后, 新安装的集热面积只有 88 万 m², 相比 2012-2013 繁荣时期的 143 万 m², 还不到 40%。

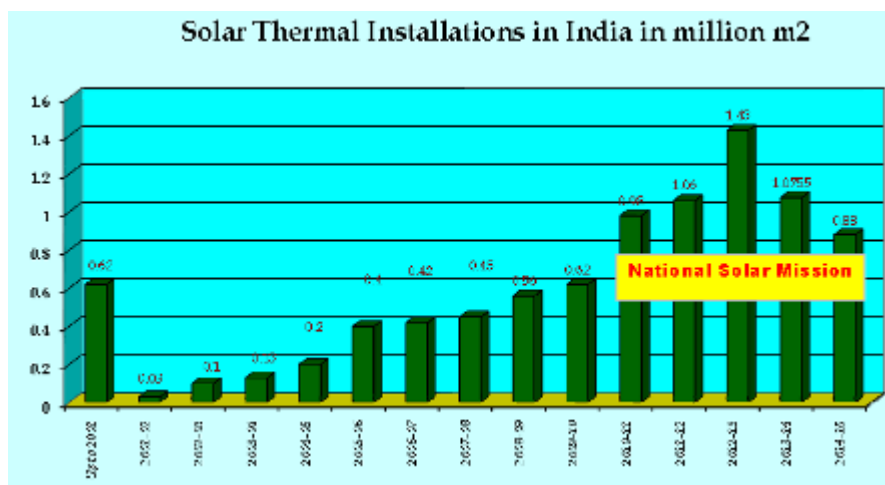


图 36 印度历年集热器安装面积 (单位: 百万 m²)

(数据来源: [www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org))



## 2.2.6. 韩国

韩国在 2013 年 12 月发布了全国太阳能光热市场 2012 年的数据。新安装盖板集热器面积 63774 m<sup>2</sup>，相比 2011 年增长 17%，其中安装面积规模超过 300 m<sup>2</sup>的占到了 22%，如下图所示。

**Size of installations in South Korea 2012**

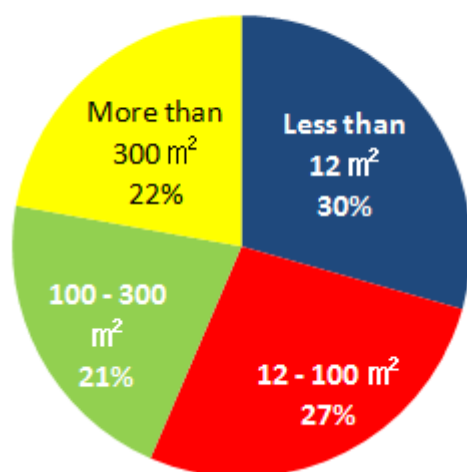


图 37 韩国 2012 年新安装集热面积规模比例分布

(数据来源: Korea New & Renewable Energy Center (KNREC))

韩国出台法律要求新建或翻新的地板空间超过 1000 m<sup>2</sup>的公共建筑必须有超过工程预算的 10%的资金用来安装集热器。从下表可以看到，公共建筑的太阳能热水系统的数量在 2012 年翻倍增长。

表 8 韩国新装集热面积不同领域历年分布

(数据来源: 2012 New & Renewable Energy Statistics by the Korea New & Renewable Energy Center, 2013)

| 应用场合   | 2010   | 2011   | 2012   |
|--------|--------|--------|--------|
| 住宅     | 29,728 | 23,157 | 28,285 |
| 公共建筑   | 6,171  | 6,336  | 15,316 |
| 学校     | 2,272  | 3,255  | 2,971  |
| 社会福利设施 | 23,761 | 13,602 | 9,512  |
| 工业建筑   | -      | 5,906  | 5,292  |
| 商业建筑   | 6,784  | 463    | 2,398  |
| 其他     | 1,087  | 2,014  | -      |
| 总计     | 69,803 | 54,733 | 63,774 |

## 2.3. 美洲

### 2.3.1. 美国

在对美国能源消耗的讨论中，主要围绕电力和运输这两个焦点，然而为所有终端用户提供供热和制冷所消耗的热能却被忽视掉了。在美国，每年花费在住宅、商业和工业部门供热制冷需求的费用超过了 2700 亿美元。当前美国的能源消费中，运输能耗占 27%，电力能耗占 40%，其余的 33%则是热能消耗。

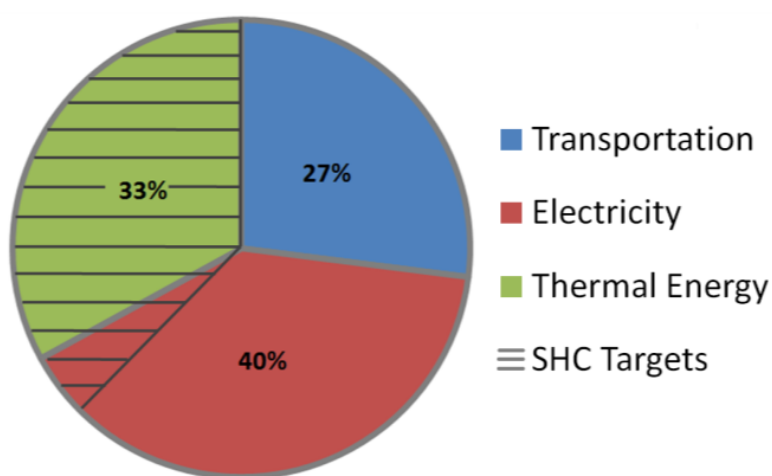


图 38 美国能源负荷和 SHC 补偿目标

(数据来源: Solar Heating & Cooling:Energy for a Secure Future 报告)

太阳能供热制冷技术已经在很多领域应用并且被证明非常有效，包括家庭热水、空间加热、泳池加热、空调制冷、工艺加热、生产蒸汽、空气加热等等。相比传统化石燃料和电力，太阳能供热制冷技术利用的是取之不尽用之不竭的太阳能，且清洁无污染，这能极大地减少 CO<sub>2</sub> 的排放，缓解空气污染现状，同时还能刺激本地的就业和经济增长。再加上美国的太阳能资源非常丰富，因此在美国广泛使用太阳能供热制冷技术是非常可行的。

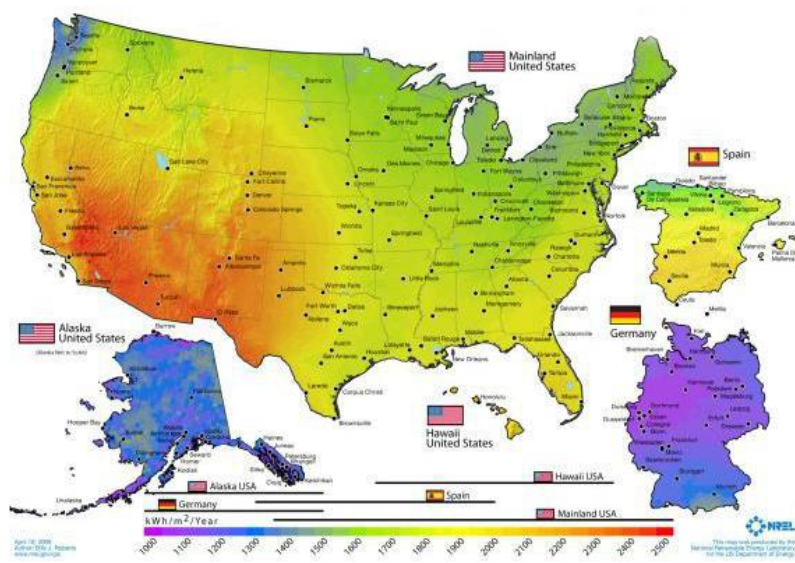


图 39 美国太阳能资源分布

（数据来源：Solar Heating & Cooling:Energy for a Secure Future 报告）

目前美国的太阳能供热制冷系统容量为 9GW<sub>th</sub>，在各个州分布非常广泛，其中加州、夏威夷、佛罗里达州、亚利桑那州、科罗拉多州、马萨诸塞州等处于领先。这些州的高增长率大多是由有效的政策驱动。夏威夷现在的人均太阳能热水使用量最高。

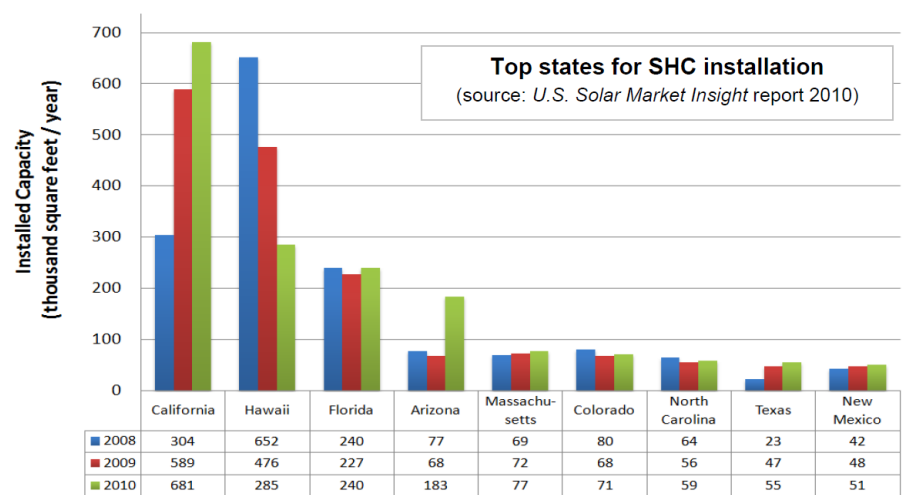


图 40 美国各州 SHC 安装容量

（数据来源：Solar Heating & Cooling:Energy for a Secure Future 报告）

未来美国太阳能供热制冷利用的增长将很大程度上取决于是否在各级政府都有大量政策的支持。当有长期有效的政策支持到位时，才会建立消费需求，降低安装成本，提高安装效率，从而形成有效的市场来刺激太阳能供热制冷的增长发展。美国预计在 2050 年，太阳能供热制冷安装容量将要达到 300GW<sub>th</sub>。

目前美国在太阳能供热制冷行业就业的人数已经超过了 5000 人。因为这些职位基本都是工程安装，因此不能外包。在下个 10 年中，就业岗位将增加到 50250 个。到 2050 年，将

会有超过 115000 个工作岗位。

太阳能供热制冷项目承包商主要招收 6 个专业的工人，管道、屋面、壁板、暖通空调、机械、电气工程。此外，其工作包括了制造、销售、项目开发、分销和维修护理。这些工作通常高薪，比美国其他工业部门工作的职工的薪金高约 13%。

## 2.3.2. 墨西哥

2014 年全国新安装集热器面积为 30 万 m<sup>2</sup>，其中盖板集热器新增 190500 m<sup>2</sup>。与 2013 年的 27 万 m<sup>2</sup>相比，增长了 11%。新增集热面积中，50%是在住宅建筑，35%用来给泳池加热，还有 15%是用在旅馆和工业。

表 8 墨西哥 2014 年新装集热面积分布

（数据来源：[www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org)）

|       | 新装集热器面积               | 新装盖板集热器面积             | 所占比例 |
|-------|-----------------------|-----------------------|------|
| 泳池加热  | 105,000m <sup>2</sup> | 5,250m <sup>2</sup>   | 5%   |
| 旅馆和工业 | 45,000m <sup>2</sup>  | 42,750m <sup>2</sup>  | 95%  |
| 住宅    | 150,000m <sup>2</sup> | 142,500m <sup>2</sup> | 95%  |
| 总计%   | 300,000m <sup>2</sup> | 190,500m <sup>2</sup> | 64%  |

墨西哥在 2014 年针对集热器安装工的培训和建设能力发布了两条新的标准。在新的劳工标准下，经过重新学习培训，有 400 名安装工被授予了技能合格证书，政府希望以此来提高新安装的太阳能集热系统的质量和稳定性。预计有新的 1000 名安装工将在 2015 年被授予合格证书。

## 2.3.3. 巴西

巴西目前集热器安装容量为 7354GW<sub>th</sub>(1120 万 m<sup>2</sup>)，可保证 390 万户居民的电力需求。在 2014 年巴西集热器市场增长 4.5%，新安装集热器面积 144 万 m<sup>2</sup>。其中，盖板集热器的市场增长 5.3%，无盖板集热器的市场增长 4.6%。在前 2 年连续两位数的增长速率下，2014 年由于经济的下滑导致市场的增长速率下降。真空管集热器继续占销售额很小的比例，不超过 1.1%。在新增集热面积中，住宅占 51%，公共建筑占 16%（比 2013 年减小）。而工业占比则有很大的增加，占到了 17%。由于电力供应的紧张和巴西常规能源的价格可能上涨，因此太阳能供热制冷对工业生产有着很大的吸引力。

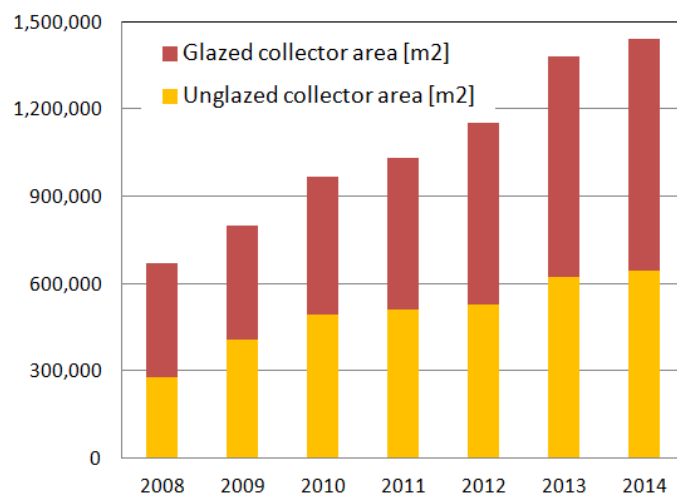


图 41 巴西新装集热器面积历年变化（数据来源：DASOL/ABRAVA）

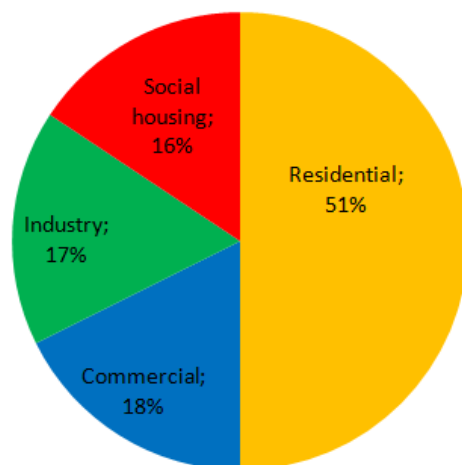


图 42 2014 年新增集热面积不同应用比例  
（数据来源：DASOL/ABRAVA）

## 2.4. 非洲

### 2.4.1. 南非

南非太阳能光热技术路线图显示，其目标是在 2030 年达到集热器安装容量  $21\text{GW}_{\text{th}}$ （3000 万  $\text{m}^2$ ），人均  $0.5 \text{ m}^2$ ，同时将会增加超过 20 万个就业岗位。至 2014 年，南非的集热器安装面积只有 230 万  $\text{m}^2$ ，因此这是一个非常具有挑战性的目标。下图显示了南非太阳能集热面积 2014-2030 的发展规划。

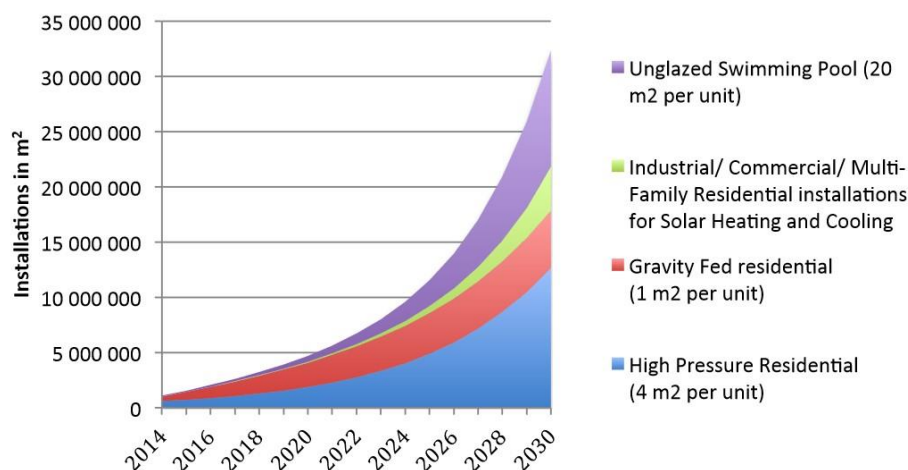


图 43 南非太阳能集热面积发展规划图

（数据来源：[www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org)）

## 2.5. 澳大利亚

澳大利亚的太阳能集热器市场从 2009 年的历史最高水平开始下降，主要是由于各个州和联邦政府的支持政策的减少。澳大利亚有大型的太阳能热水器和泳池集热器生产基地。大多数产品是通过专业供应商或传统的管道供应链销售的，还有一些供应商是加盟的经销商厂家，但这只占当前市场的一小部分。在新建的住宅中，建筑商一般都提供太阳能热水器，这些通常都是从制造商处购买。根据澳大利亚清洁能源委员会介绍，太阳能热水行业目前大约有 995 个全职工作岗位。2012 年，澳大利亚太阳能热水系统平均成本为 3070 澳元。

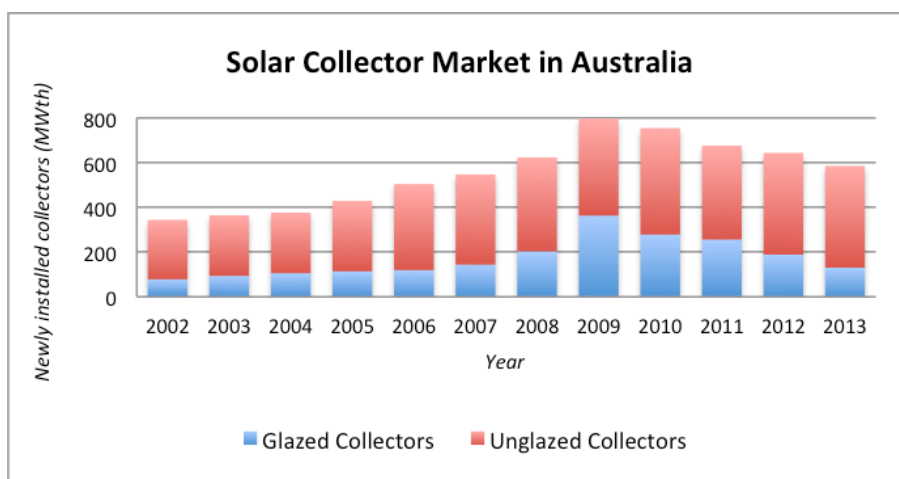


图 44 澳大利亚太阳能集热器市场历年变化

### 三 太阳能光热建筑

目前全世界建筑物能源消耗占全社会能源消耗总量的 40%，是工业能耗的 1.5 倍。要想实现全球气候目标，减少建筑物能耗是最为关键的因素。

《行业转型：建筑物能源效率》的报告认为，到 2050 年，使建筑物的能源使用量减少 60%是实现全球气候目标的关键。通过大规模运用节能技术，到 2050 年建筑物可节约的能源总量相当于全球运输业目前所使用的能源总量。报告以巴西、中国、欧洲、印度、日本和美国为研究对象，指出这六个地区的 GDP 总量占全球的 50%左右，消耗了全球近三分之二的主要能源。将既有建筑改造成高能建筑，报告中的六个地区一年共需 4000 亿美元。

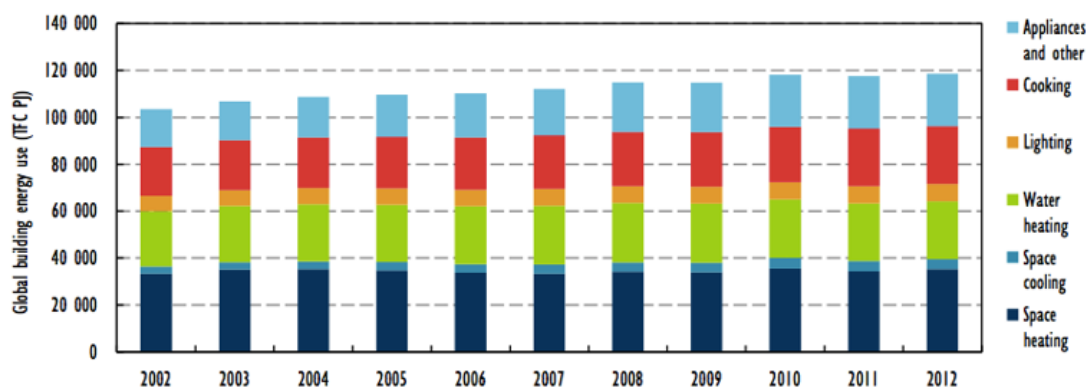


图 45 全球建筑能耗历年变化

目前，在大多数国家低效率的技术主导热水市场，使在建筑层面的终端能源需求高。目前的政府政策和行业投资者的具有挑战在于让消费者在合理的价位使用高效产品包括热泵和太阳能热水系统。2002-2012 年建筑热水能耗统计的最近趋势显示，尽管人口 13%的较大增长，但住宅楼用于热水能源 3%的小幅增加，非住宅建筑表现出更大，增幅为 18%。

2013 年全球 94%太阳能热水系统应用在生活热水，主要是由单家独户的住房，约占 84%；大型太阳能热水系统应用到多户住宅，酒店，而学校多是小型系统，等，约占 10%。游泳池加热，约占 2%；太阳能组合式系统供应其他领域，约有 4%的份额。



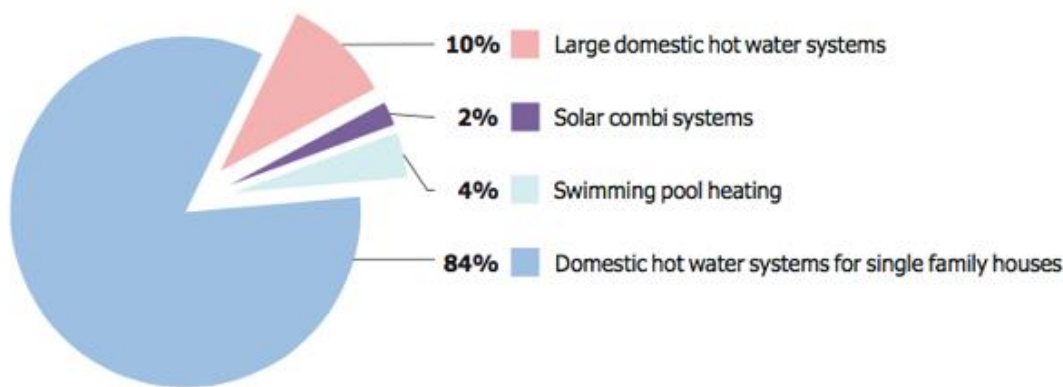


图 46 2013 年底热水器不同应用领域所占节能减排的份额

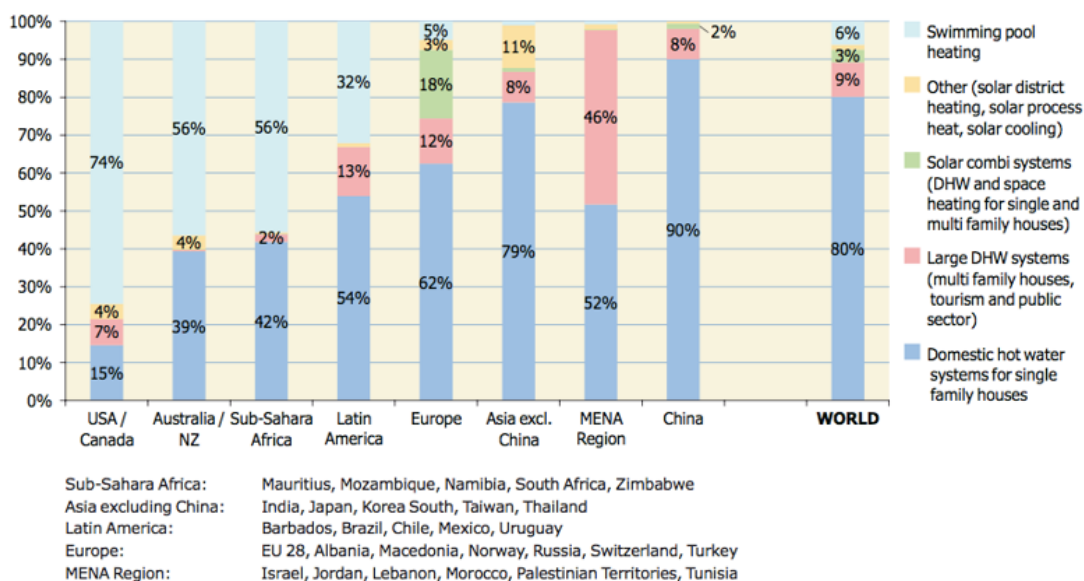


图 47 2013 年底不同经济地区在运行热水器总装机容量在不同应用领域的分布

从上图的世界太阳能热水系统应用领域来看，生活热水市场依然是占据主导地位。

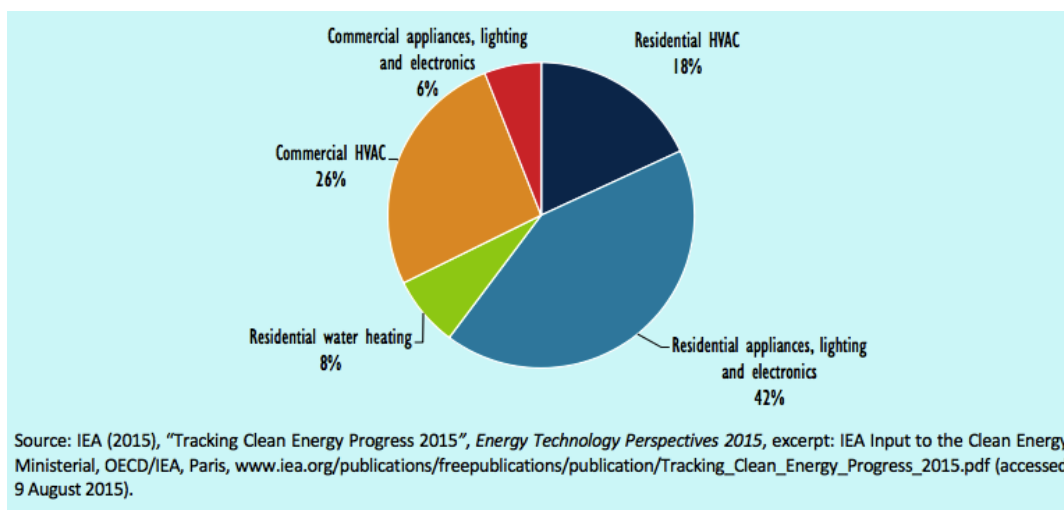


图 48 不同类型清洁能源所占比例预测



从国际能源署预测来看，建筑使用清洁能源将进一步加大。

## 3.1. 中国太阳能建筑发展迅猛

推动光热建筑一体化已成为政府和企业共识。中国近 100 个省市推出了新建建筑强制安装太阳能热水系统政策，以及可再生能源示范城市和示范县等鼓励政策，加速了太阳能热水系统在住宅建筑的应用。



图 49 中国可再生能源示范城市和示范县分布图

表 9 2009-2012 年批准的示范城市和示范县示范面积统计表

| 年份   | 太阳能光热建筑应用面积<br>(万 m <sup>2</sup> ) | 地源热泵建筑应用面积 (万 m <sup>2</sup> ) | 太阳能光热与地源热泵系统建筑应用面积 (万 m <sup>2</sup> ) | 太阳能浴室地源热泵建筑应用面积 (万 m <sup>2</sup> ) | 被动式太阳房 (万 m <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 2009 | 6540                               | 4516                           | 2037                                   | 427                                 | 44                         |
| 2010 | 8120                               | 4947                           | 1515                                   | 325                                 | 92                         |
| 2011 | 6307                               | 3757                           | 2900                                   | 228                                 | 84                         |

|      |      |       |      |      |     |
|------|------|-------|------|------|-----|
| 2012 | 7045 | 4002  | 1459 | 449  | 43  |
| 合计   | 2810 | 17223 | 7911 | 1429 | 263 |

从上表可以看出，太阳能热水应用面积 2.8 亿  $m^2$ ，太阳能与地源热泵复合技术应用面积 0.79 亿  $m^2$ ，太阳能浴室 0.14 亿  $m^2$ ，被动式太阳能房 0.0263 亿  $m^2$ ，总计已超过 5 亿  $m^2$ 。

住建部统计资料显示，2013 年全国城镇新建建筑全面执行节能强制性标准，新增节能建筑面积 14.4 亿平方米，可形成 1300 万吨标准煤的节能能力。截至 2013 年底，全国城镇太阳能光热应用面积 27 亿平方米。

国际金属太阳能产业联盟针对中国新建建筑太阳能利用项目抽样调研发现，92%的项目使用热水系统，1%的项目使用采暖系统，6%的项目采取热水系统与采暖系统相结合的方式，1%的项目采取热水、采暖及空调系统三者相结合的方式。

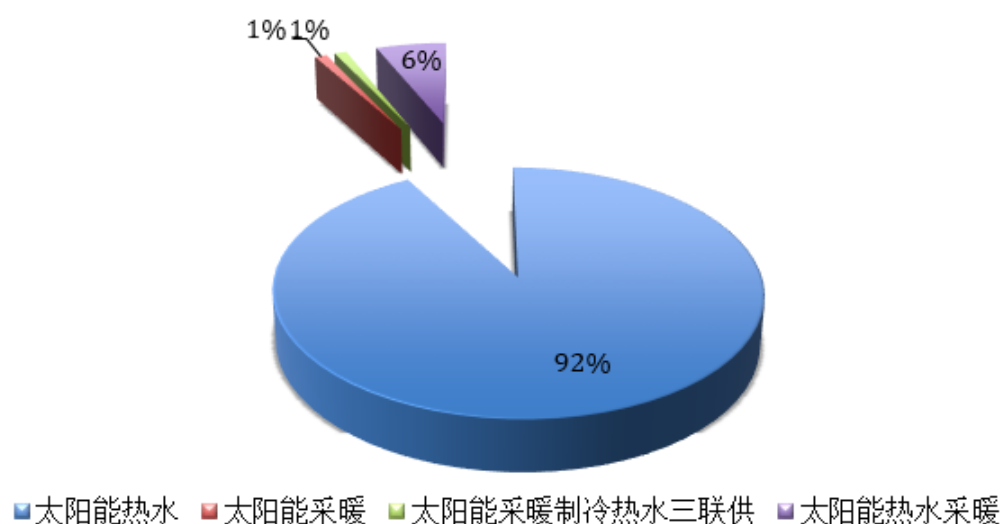


图 50 中国可再生能源示范城市和示范县光热应用领域比例

2015 年 6 月 17 日，中国国务院常务会议部署加大重点领域有效投资，决定进一步强化城镇棚户区和城乡危房改造及配套基础设施建设。会议决定实施三年计划，改造各类棚户区 1800 万套、农村危房 1060 万户。

2015 年 10 月 1 日起，GB-50189-2015《公共建筑节能设计标准》正式施行。据了解，此次颁布的新国标从墙体结构、采暖设备等方面均有调整，新变化不仅要求从建筑材料上节能，从配套设施安装上也要做到低碳环保，并要求采暖能耗降低 75%。

可见，中国一系列政策推动必定会加速太阳能建筑一体化发展进程。

## 3.2. 光热建筑一体化分析

当前，中国光热建筑一体化项目中，真空管集热器和平板集热器两种都有使用，其中

真空管集热器使用较多。中国光热市场上平板集热器的市场占有率仅为 10%左右，而在光热建筑一体化工程项目中平板集热器的市场占有率大大增加。可见，平板集热器在光热建筑一体化工程中更有优势，发展空间很大。

在已建成使用的光热建筑一体化项目中，绝大部分使用热水系统，只有很少的项目采用热水系统与采暖系统相结合，另外采取热水系统和空调系统相结合的项目则更少。造成这种情况的主要原因是：热水系统的发展主要是基于中国大量的热水需求；由于目前采暖系统主要是利用太阳能产生的热水进行供暖，因此采暖系统常和热水系统一起使用；光热建筑一体化项目中的空调系统目前仍处在研发阶段，所以只有少量示范工程项目采用了空调系统。由于目前太阳能光热利用主要集中在热水应用，因此在居民建筑以及学校、游泳馆、办公大楼等公共建筑中应用较多。

光热产品与建筑结合方式主要包括平屋面支架式、阳台立面结合、坡屋顶内嵌结合三种形式，以平屋面支架式为主，其次是阳台立面结合。另外还有一些其他结合方式，如平板集热器代替阳台侧围的一体化结合方式。坡屋顶内嵌结合形式需要将集热器嵌在屋顶的槽中，对屋顶的结构、环境等要求较高。并且如果设计初期没有做出相应的设计，后期需要对屋顶进行改造，会增加项目难度。而平屋面支架式对屋顶的要求较低，需要做的改造较少，在技术层面更容易实现。

### 3.3. 当前存在问题

虽然光热建筑一体化取得了显著的成绩，但是我们也应当看到，在快速发展的同时，光热行业也面临着一些突出的问题。

#### 3.3.1. 行业标准有待完善

应用技术标准需完善，包括标准规范、技术手册、设计措施、标准图集和设计软件的完整技术支撑体系。

一方面，由于没有产品的使用标准，无法保证房地产开发商所用产品及安装的质量；另一方面，由于各个企业的产品没有统一的形式和规格，配套形式、管束都不好规定，因此，在产品没有确定之前，无法进行建筑太阳能光热系统的设计。

#### 3.3.2. 房地产商积极性不高

中国房地产开发商对建筑中使用光热系统的热情不高，主要原因是：

第一、住宅为业主提供生活热水尚未成为必备，太阳能产品与门、窗、地板等不同，并不是一个建筑不可缺失的部分。建设太阳能光热一体化建筑，每平方米需增加房地产开发商几百元的成本，虽然可节约 70~80% 的采暖能源，但直接受益者是社会和业主。这种房地产开发商出资、社会和业主得益的模式使房地产开发商不愿意投资太阳能光热建筑一体化。

第二、太阳能既能成为销售卖点也能引起购房者不满。太阳能利用得好，能使建筑绿色节能，使得楼盘增值；但如果太阳能技术、资金等方面的不足造成供水量不足、安全存在隐患、维修不及时等问题，必将引起消费者的不满。

第三、光热生产企业的技术水平和所用材料参差不齐，使得光热系统的寿命长短不一。房地产开发商缺乏相关的太阳能知识，无法选择适合建筑的光热产品，因此不愿采用光热系统。

第四、由于光热系统受自然环境影响很大，很难保证一年四季 24 小时都能产生热水，因此需与地源热泵热水器、电热水器、燃气热水器等其他形式结合使用。而仅用其他形式的水器就已经可以满足用户的需要，没有必要一定安装太阳能热水系统。

因此，除了实施强制安装政策省份的开发商会安装太阳能系统，其他地区的开发商都选择尽量不安装。即使安装，也会从经济效益出发，选择便宜的产品。

### 3.3.3. 设计单位设计动力不足

太阳能建筑一体化并不是太阳能和建筑的简单“相加”，而是需要将二者整合起来。因此在建筑设计的时候，既需要根据不同的热水器类型、技术要求、使用目的以及不同地理纬度和气候特点、建筑类型等，对建筑的造型、平面布局和功能等进行综合考虑，又需要反馈给太阳能热利用设备的设计和生产企业建筑对设备要求的相关信息。只有这样才能使光热设备的设计和生产与建筑的使用达到完美的统一，推动光热产品在建筑上的运用。

然而目前建筑设计单位并不会主动将太阳能系统设计进去，这主要是由于：

- 1、目前的设计单位还不具备足够的太阳能系统知识。建筑设计主要包括建筑、结构、给排水、暖通空调、电气、总图等几部分内容，并没有太阳能设计的单独部分；
- 2、目前中国建筑设计实施责任制，建筑设计出现问题，会由设计总负责人和设计单位共同承担法律责任。这使得设计师在设计时会选择尽量不用不熟悉的太阳能系统；
- 3、太阳能系统的设计部分没有相应的设计费用，影响设计师的积极性。

因此，目前太阳能系统的设计主要还是由生产企业完成。

### 3.4. 光热建筑一体化应对策略

切实解决现有问题，有利于全面提高太阳能热水器产品质量水平，促进行业健康可持续发展；有利于推动太阳能热水器与建筑更好的融合，扩大太阳能热水器的使用范围；有利于引导低碳、环保的消费理念和生活方式，推动全社会节能减排。

#### 3.4.1. 制定可持续发展法规和财政政策

从调查和汇总的情况分析看，太阳能的推广应用作为国家的一项专项工作正在得到大力强化，但在国家《可再生能源法》之下还缺少细化的、可操作的法规文件；同时除了由财政部、建设部开展的太阳能示范工程有资金支持外，其他与建筑结合的太阳能工程还缺少政策和资金支持。建议及早研究制定中国普及型太阳能应用工程也适用的财政和税务政策，最终形成具有中国特色的、支持建筑规模化应用太阳能的可持续利用财政政策。

#### 3.4.2. 完善标准，提高标准规范执行率

目前太阳能行业的产品和材料标准虽然还需要提高，以适应与建筑结合的要求，但已经比较完备。而相对应的应用于建筑结合的太阳能系统技术标准还很少，特别是能够规范、指导符合建筑大规模使用所需要的建设工程标准化文件，如系统产品标准、系统技术标准、集成技术标准、设计标准、施工验收标准、通用标准图集、设计用标准化软件还非常缺乏，目前还只有一项热水系统应用技术规范在施行。而且随着工程实践的深入，技术产品的进步，比较早编制的规范也需要根据工程实践进行修订、完善，以满足工程设计、施工、安装、维修需要，这项工作最为欠缺、最为紧迫。

与此同时，太阳能热水系统的建筑一体化还存在着大规模工程实践不足，缺乏必要的基础设计参数，应用技术的标准化文件缺乏，执行率低等问题，使得建筑设计主体——建筑设计院基本上还难以开展太阳热水系统的设计。

建议一是研究和实施将太阳能热水系统的设计、施工与验收入入常规建设环节的措施，以保证其实施；二是通过建立简单易懂的技术指南等技术普及措施，加强标准和规范的执行力度。

## 四 太阳能采暖制冷

为促进可再生能源在建筑中的应用，提升太阳能供热采暖在建筑节能中的作用，近年来，世界不少国家都对太阳能供热采暖技术的发展给予了更多的关注。

### 4.1. 中国太阳能采暖介绍

与过去相比，中国的太阳能供热采暖技术有了较快的发展，并已初步形成了包括技术规范、计算机设计软件和设计手册在内的完整技术支撑体系。

中国国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495-2009 由中国住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局联合发布。包括 5 章、7 个附录和条文说明。在太阳能供热采暖系统设计一章中，给出了一些重要的设计参数推荐值和计算公式，如：集热器的单位面积流量范围、各类系统贮热水箱的容积选择范围、确定系统太阳能集热器总面积的计算公式等。为保证系统安全，规范规定当蓄热期结束时，贮热水箱（水池）中水的最高温度应比水箱（水池）工作压力所对应的工质沸点温度低 5℃。

“太阳能供热采暖空调系统优化设计软件”由中国建筑科学研究院研制开发，是“十一五”国家科技支撑计划项目完成的成果。软件可用于太阳能热水、太阳能供热采暖和太阳能空调系统的设计，并符合相关国家标准的规定。《太阳能供热采暖工程应用技术手册》根据国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495-2009 的要求和规定编写，是对标准规定的进一步细化，是指导太阳能供热采暖工程设计、施工、验收和效益评估的实用工具书。手册中给出了一些重要的设计参数和计算方法，例如蓄热结束时计算水箱（水池）最高水温的经验公式、评估系统节能、环保效益的计算公式等。手册最后一章给出了短期蓄热和季节蓄热两类系统的工程实例，使相关的技术人员和工程师能够更直接地了解系统设计流程。

由于太阳能的能源密度低，需要充足的空间设置集热器，才能达到一定的供暖能力，同时还要避免周围环境或建筑物可能造成的遮挡。太阳能采暖的适用范围相对较小。在集热器配比情况下，高于 3 层（不含）以上的建筑，其屋面已不能满足全部太阳能集热器的安装条件，太阳能采暖系统对于高层建筑存在安装建设条件不足的缺陷。这一问题在居住密度较大的城区更加难以解决，这在一定程度上限制了太阳能在此类地区建筑的应用。基于此，太阳能供暖的工程应用可概括为：1、针对广大农村地区，研发和推广低成本、易（免）维护的高效太阳能供暖系统，切实负荷农村用户的使用特点；2、针对小城镇地区，研发和推广以太阳能供暖系统为主要功能的集成优化系统，实现高校太阳能建筑一体化；3、针对太阳能资源较丰富地区的低密度公共建筑；4、针对高密度城区建筑，在有条件的地方设立集中

型太阳能辅助供热站，打造区域能源清洁中心。中国需要采暖的寒冷和严寒区域基本和太阳能资源丰富和较丰富的Ⅰ区和Ⅱ区重合，只有东北等部分采暖区域太阳能资源属于一般的Ⅲ区，在广大采暖地区利用太阳能作为采暖用能的替代能源具有得天独厚的优越条件。

近年来，随着人们节能减排意识的提高以及太阳能热利用产品技术的不断进步，中国相继建成了一系列太阳能采暖项目，有单体个人采暖项目，也有政府太阳能采暖示范项目，其中以新农村建设示范工程项目较多，被动式太阳房在西北农村得到了广泛应用。国内目前以北京市建设的太阳能采暖项目为最多，而且目前建设的太阳能采暖项目大多为政府补贴示范性项目，非政府示范性项目较少。

北京市太阳能采暖应用项目汇总如表 10、11 所示。

表 10 北京市太阳能采暖应用——办公项目

| 序号 | 项目名称                 | 建筑面积<br>/m <sup>2</sup> | 集热<br>面积<br>/m <sup>2</sup> | 建筑围护<br>结构           | 太阳能<br>集热器<br>类型 | 辅助<br>类型      | 建设<br>地点      | 建设<br>时间       |
|----|----------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|---------------|---------------|----------------|
| 1  | 大兴区榆垓镇天普办公楼太阳能采暖项目   | 356                     | 80                          | 钢架结构<br>岩棉保温         | 全玻璃<br>真空管       | 电热<br>辅助      | 大兴<br>区       | 2006 年<br>11 月 |
| 2  | 北京大学地球环境与生态系统试验站采暖项目 | 2000                    | 276                         | 砖混结构<br>外墙保温         | 全玻璃<br>真空管       | 电热<br>辅助      | 河北<br>省围<br>场 | 2007 年<br>11 月 |
| 3  | 怀柔区能源办公室太阳能采暖项目      | 384                     | 48                          | 普通砖混                 | 平板集<br>热器        | 空气<br>源热<br>泵 | 怀柔<br>区       | 2001 年         |
| 4  | 门头沟区南辛房老年活动中心太阳能采暖项目 | 1240                    | 210                         | 砖混外墙<br>保温           | 平板集<br>热器        | 电热<br>辅助      | 门头<br>沟区      | 2007 年         |
| 5  | 门头沟区潭柘寺村民委员会太阳能采暖项目  | 1000                    | 162                         | 砖混结构<br>外墙保温         | 平板集<br>热器        | 电热<br>辅助      | 门头<br>沟区      | 2007 年         |
| 6  | 大兴区振利公司办公楼太阳能采暖项目    | 500                     | 95                          | 砖混，外墙<br>聚氨酯材<br>料保温 | 平板集<br>热器        | 无             | 大兴<br>区       | 2002 年         |
| 7  | 裕鑫昌建筑老年              | 223                     | 28                          | 砖混结构                 | 平板集              | 无             | 平谷            | 2006 年         |



|    |                          |         |     |      |         |      |     |       |
|----|--------------------------|---------|-----|------|---------|------|-----|-------|
|    | 活动站太阳能采暖项目               |         |     | 外墙保温 | 热器      |      | 区   |       |
| 8  | 北京清华阳光公司办公楼试点工程          | 640     | 164 | 普通砖混 | U型管式真空管 | 电热辅助 | 昌平区 | 2003年 |
| 9  | 北京市太阳能研究所有限公司办公楼示范工程     | 3000    | 655 | 普通砖混 | 热管真空管   | 无    | 朝阳区 | 2000年 |
| 10 | 中国建筑科学研究院科技园蓄热式太阳能采暖示范工程 | 9573.98 | 140 | 建材保温 | 平板集热器   | 地源热泵 | 通州区 | 2007年 |
| 11 | 北京华光太阳能过滤设备厂             | 128     | 20  | 砖混   | 平板集热器   | 电热辅助 | 昌平区 | 2002年 |
| 12 | 北京建筑设计研究院试验房             | 240     | 100 | 砖混   | U型管式真空管 | 电热辅助 | 丰台区 | 2001年 |

表 11 北京市太阳能采暖项目——住宅应用

| 序号 | 项目名称                    | 建筑面积<br>/m <sup>2</sup> | 集热面积<br>/m <sup>2</sup> | 建筑围护结构   | 太阳能集热器类型 | 辅助类型  | 建设地点 | 建设时间     |
|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|-------|------|----------|
| 1  | We house 别墅太阳能采暖系统项目    | 500                     | 72                      | 砖混结构外墙保温 | 热管真空管集热器 | 燃气锅炉  | 海淀区  | 2007年12月 |
| 2  | 门头沟区樱桃沟别墅太阳能热水采暖项目（81户） | 17172                   | 3888                    | 砖混结构外墙保温 | 真空管集热器   | 电加热辅助 | 门头沟区 | 2006年12月 |
| 3  | 昌平区南口镇镜之谷别墅区太阳能热水采暖项目   | 5000                    | 500                     | 砖混结构外墙保温 | 真空管集热器   | 电加热辅助 | 昌平区  | 2008年    |
| 4  | 平谷区将军关村太阳能采暖项目（86户）     | 14656.34                | 1904                    | 砖混结构外墙保温 | 平板集热器    | 生物质锅炉 | 平谷区  | 2005年    |
| 5  | 平谷区玻璃台村太阳               | 10744                   | 1360                    | 砖混结构外    | 热管真空     | 生物质   | 平谷区  | 2005年    |

|    |                         |         |        |          |       |         |     |           |
|----|-------------------------|---------|--------|----------|-------|---------|-----|-----------|
|    | 能采暖项目（68 户）             |         |        | 墙保温      | 管集热器  | 锅炉      |     |           |
| 6  | 平谷区挂甲峪村太阳能采暖项目（71 户）    | 12425   | 1988   | 砖混结构外墙保温 | 平板集热器 | 生物质锅炉   | 平谷区 | 2005 年    |
| 7  | 平谷区南宅村太阳能采暖项目（81 户）     | 17658   | 1555.2 | 砖混结构外墙保温 | 平板集热器 | 生物质锅炉   | 平谷区 | 2006 年    |
| 8  | 平谷区太平庄村太阳能采暖项目（69 户）    | 7659    | 993.6  | 空心砌块保温   | 平板集热器 | 生物质锅炉   | 平谷区 | 2006 年    |
| 9  | 平谷区太平庄村二期太阳能采暖项目（12 户）  | 1764    | 216    | 空心砌块保温   | 平板集热器 | 生物质锅炉   | 平谷区 | 2007 年    |
| 10 | 平谷区新农村村委会太阳能采暖项目（10 户）  | 5134    | 667.6  | 新型保温建材   | 平板集热器 | 生物质锅炉/电 | 平谷区 | 2006~2007 |
| 11 | 平谷区新农村示范户太阳能采暖项目（162 户） | 18893.5 | 2739.1 | 空心砌块保温   | 平板集热器 | 生物质锅炉/电 | 平谷区 | 2007 年    |

由表 10、11 可以看出，北京市太阳能采暖工程主要分布在郊区，并且太阳能采暖技术的应用范围主要集中在新农村新民居的建设项目上，其中，平谷区由于新民居太阳能采暖工程项目实施较早，因此所占比例最大。北京市太阳能采暖建设工程中，公建使用的面积较小，且多为示范性建设工程。

在北京市已建的太阳能采暖工程中，使用的太阳能集热器类型主要为平板型太阳能集热器。鉴于目前太阳能采暖多应用于新农村的建设项目中，即便是公建建筑也多位于郊区县，因此，辅助能源的应用类型多为生物质燃料锅炉或电辅助加热。

#### 4.1.1. 四季沐歌

四季沐歌工程应用采用 i-XTRA 太阳能跨季节蓄热采暖技术。以下为部分太阳能应用项目：

北京平谷将军关村太阳能采暖及热水系统综合利用项目。采用全玻璃真空管集热器，总计集热面积 7299.6 m<sup>2</sup>，采暖用户 285 户，末端采用地板辐射采暖。

河北兴隆陡子峪村太阳能采暖及热水系统综合利用项目。采用竖单排全玻璃真空管集热

器，总计集热面积 920.4 m<sup>2</sup>，采暖用户 21 户，末端采用地板辐射采暖。

北京平谷向阳村太阳能采暖及热水系统综合利用项目。采用竖单排全玻璃真空管集热器，总计集热面积 2239.8 m<sup>2</sup>，采暖用户 96 户，末端采用地板辐射采暖。

四川烟草泸州分公司烟草育苗大棚太阳能供热采暖项目。采用竖单排全玻璃真空管集热器 90 组，共使用真空管 2700 支，总计集热面积 531 m<sup>2</sup>，总储热容量 13 吨。

宁夏灵武智能型五连栋节能日光温室太阳能供热采暖项目。采用横双排全玻璃真空管集热器 76 组，共使用真空管 3800 支，总计集热面积 638.4 m<sup>2</sup>，总储热容量 20 吨，末端采用大棚地埋管采暖。

西藏拉日铁路热管承压式太阳能跨季节储热采暖及热水综合利用项目。采用金属热管集热器 1508 组，共使用金属热管 24128 支，总计集热面积 3770 m<sup>2</sup>，蓄热总容积 4400 立方，末端采用地板辐射采暖，采暖面积为 20000 m<sup>2</sup>。

西藏拉日铁路有 5 个火车站安装了太阳能采暖：协荣站、曲水站、尼木站、仁布站、日喀则站。

四季沐歌（洛阳）太阳能有限公司跨季节蓄热采暖及热水综合利用项目。项目位于河南省洛阳市，为四季沐歌洛阳基地展厅跨季节储热采暖项目，采用横双排全玻璃真空管集热器 27 组，共使用真空管 1350 支，总计集热面积 224 m<sup>2</sup>，总储热容量 320 吨，末端采用地板辐射采暖，采暖面积为 1500 m<sup>2</sup>。

西藏扎曲河果多水电站业主营地太阳能供热采暖项目。太阳能系统共安装型号为 Z-RG/0.6-WF-2.6/20-58/1 的热管集热器 326 台，分布在 7 栋楼的屋面上，集热器总面积 1023.64 m<sup>2</sup>，系统采用二台 40 m<sup>3</sup>(4m×4m×2.5m)的贮热水箱为太阳能系统保温水箱。太阳能系统为间接系统承压运行，乙二醇水溶液为传热介质。每天可产生 6673MJ 的热量，负担了 40%的采暖热负荷。并安装两台 300KW 快速电锅炉作为辅助加热系统，用以保证太阳能系统不足的热量需求。2013 年 10 月 30 日开始为西藏扎曲河果多水电站业主临时营地供暖，建筑采暖面积 8732.4 m<sup>2</sup>，室内温度实际达到 17 至 21℃，达到了方案理论设计。

山东省淄博市侯庄中学太阳能采暖项目。采用横双排全玻璃真空管集热器，总计集热面积 810 m<sup>2</sup>，总储热容量 12 吨，末端采用风机盘管采暖。

河北经贸大学太阳能季节性蓄热采暖及热水应用综合项目。采用横双排全玻璃真空管集热器 1380 组，铺设在 14 个宿舍楼楼面，共使用真空管 6.9 万支，总计集热面积 1.16 万 m<sup>2</sup>，总储热容量 2 万余吨，末端采用翅片式散热器采暖，采暖面积为 48 万 m<sup>2</sup>，是国内最大的商业化跨季节储热采暖及热水综合利用项目，系统见图 49。

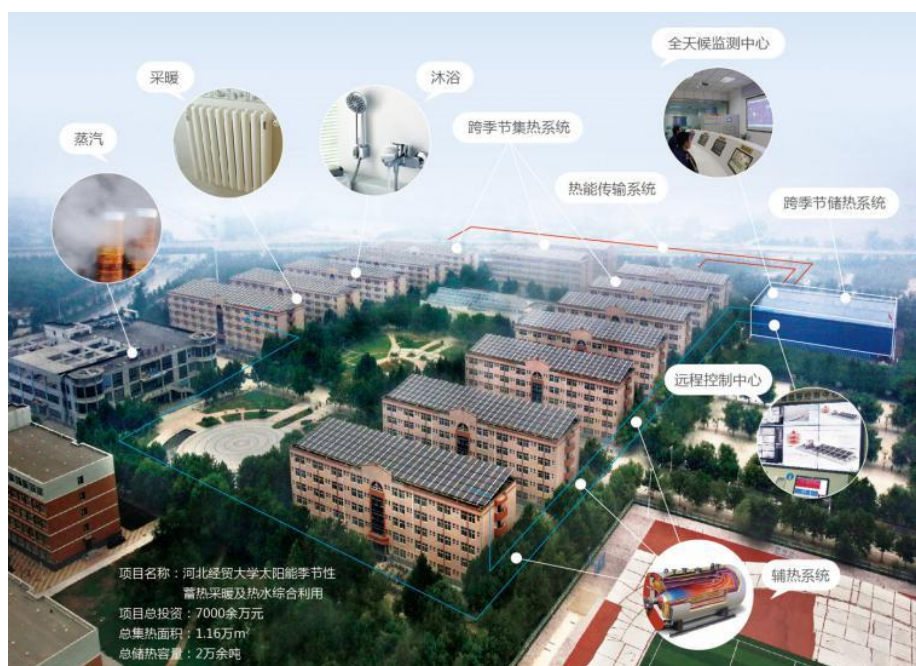


图 51 河北经贸大学太阳能季节性蓄热采暖及热水应用综合项目

## 4.1.2. 山东力诺瑞特新能源有限公司

### 中原油田办公楼

项目地处拉萨地区，建筑面积 2200 平方米，为 3 层建筑，采用地板辐射末端与太阳能相匹配，建筑功能为油库值班工作人员办公。采用无机高效热管型集热器，采暖期的系统防过热设计采用设置膨胀罐来容纳系统介质升温膨胀和高温汽化所带来的系统容积和压力的变化；避免过热对系统所带来的危害；非采暖期的防过热设计采用被动遮阳的方式；采用遮阳布将不使用的集热器完全遮盖。由于没有生活用热水系统等其他用热需求，只能完全覆盖集热器保证设备安全；为发挥蓄热水箱的作用水箱内设置温度分层器，强化水箱内的竖向温度分层。设置水箱的统一高度为 2500mm；水箱取热口设置在水箱上部；回水进口设置在水箱底部。采用温度分层器还可有效降低水箱内的混水现象。

经过计算可得，按照 50% 太阳能保证率项目本项目回收期  $n=8.6$  年。该系统若若采暖系统配置的集热面积若仅冬季采暖使用；8.6 年便可收回全部初投资。按 30% 太阳能保证率项目本项目回收期  $n=6.8$  年。该系统若若采暖系统配置的集热面积若仅冬季采暖使用；6.8 年便可收回投资。该系统为满足夜间使用需增加较大的储热水箱，设备投资成本增加，需要高效经济的储能设备；仅用于冬季采暖，而冬季为太阳能资源最差的季节，其余时间为保证系统不过热，还需配置遮阳设备，回收期长，需要增加季节性蓄热或在一定条件下实现夏季

制冷方可最大化利用太阳能。

该公司的“无极高效热管技术”是以多种无机元素组合而成的传热介质，加入到管腔或夹壁腔内，经真空处理且密封后形成具有高效传热特性的元件，无机传热元件将热量由元件的一端向另一端快速传热的过程中，元件表面呈现出无热阻快速波状导热的特性。以该技术核心构成的热管应用于太阳能热水器中不仅能够彻底解决普通集热器传热慢、效率低、易结垢、寿命低等诸多缺陷，而且相对同类热管也具有不衰减等独特的优良性能，为太阳能热利用技术带来了突破性进展。

## 青海省海南州贵南中学

采用 U 型管集热器，集热面积 1100 平方米，供暖面积 7000 m<sup>2</sup> 设计保证率 41%，节能 100 吨标煤/年，减排二氧化碳 417 吨/年，回收期为 5 年。

### 4.1.3. 北京海林太阳能设备有限公司

北京市延庆旧县旧县镇白河堡村，为新型农村社区太阳能与建筑一体化采暖与生活热水示范项目。总建筑面积 16529 m<sup>2</sup>，其中地上 12780 m<sup>2</sup>，地下 4309 m<sup>2</sup>。结构形式砖混结构，地上 3 层，地下 1 层。在空气源热泵单独供暖，太阳能单独供暖，空气源热泵为水箱加热提供生活热水等功能之间自动切换。太阳能系统为间接分离式系统，空气源热泵为低温型采暖热泵，采用以防冻液为介质的低温地板辐射采暖系统。系统原理图如图 50 所示。

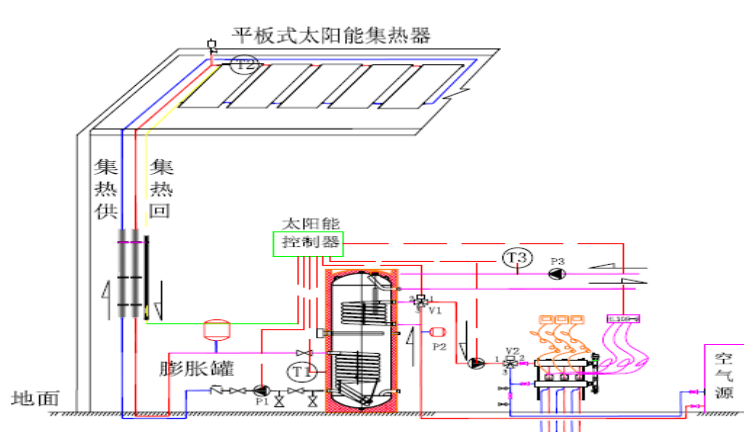


图 52 北京市延庆旧县旧县镇白河堡村太阳能系统原理图

### 4.1.4. 辽宁三友能源技术有限公司

中温太阳能+辅助能源，双源供热系统。





图 53 沈阳（西门子）传奇太阳能工业用热和采暖项目

## 4.1.5. 希奥特太阳能



希奥特办公楼太阳能联供系统，建筑面积为：5120 m<sup>2</sup>，用建筑自身的 700 m<sup>2</sup> 采光面积实现建筑所需的冬季采暖、夏季制冷、全年热水等需求，还实现了部分光伏发电（并网），为太阳能联供系统，提供动力电源。该联供系统是大连市建委立项的可再生能源利用示范工

程，全部采用本公司的专利技术—注水式承压循环全玻璃真空集热管集热模块、电磁感应辅助加热及多腔体分层蓄热系统等，充分发挥其专利技术的优势，实现了冬季采暖及夏季的低品位热源驱动的制冷，已成功运行了 4 年，并于 2013 年 4 月通过了国家科技成果鉴定。

单体户型太阳能采暖给水中心（120 平米）采暖温度 18~22℃任意设置，太阳能保证率 40~78%，日供 45℃热水 120 升，远程智能监控确保用户无忧，250L（1.8m 高 X0.45 直径）蓄热水箱落地于阳台上。电磁感应辅助加热实现了高达 99%加热效率，且真正做到了水电分离，确保用水安全。壁挂型注水式承压循环玻璃真空集热模块不仅实现高效、大流量的集热，且其注水式循环确保系统无细菌繁殖，为日常生活提供卫生级热水。

大连希奥特多腔集成太阳能热水器，主要从集热、蓄热、辅助加热及水箱保温这四个部分进行技术创新，于 2014 年 8 月 1 日送达国家太阳能质量监督检验中心（北京）进行检测，2014 年 8 月 8 日性能检测报告及能效检测报告正式完成。性能检测结果：储热水箱内集热结束时水的温度为 54℃（国标≥45℃）；日有用的热量为 9.5MJ/m²（国标≥7MJ/m²），平均热损系数为 10W/（m³·k）（国标≤16W/（m³·k））；能效等级：1 级。

## 4.2. 太阳能供暖项目辅助热源的选择

基于研究结果，热泵和燃气是比较适宜的辅助热源形式。电和柴油热价高，经济性差。严寒地区、寒冷地区和中部大部分地区适宜采用燃气作为辅助热源。

结合建筑形式和需求的太阳能集热产品和系统的新开发应用几年来有长足发展。利用空气源热泵耦合的系统集成研究，在特定条件下的系统集成可获得较高的能源效率，但如何结合用户端需求实现市场化并非易事，有待于相关各方的共同推动。

## 4.3. 太阳能采暖系统推广的主要障碍及应对措施

### 4.3.1. 经济性

现状：每平方米建筑面积太阳能采暖系统造价在 200 元以上。

可采取措施：a.建筑节能设计标准必须得到有效实施以便尽量降低建筑供热负荷；b.采用主被动结合的方式，利用被动太阳得热降低主动系统负荷；c.通过技术经济比较合理选择蓄热系统和蓄热容量；d.选取适当的太阳能保证率，开发更为高效低价的集热装置和集热方式。

## 4.3.2. 防冻

现状：太阳能集热系统长期暴露在室外，且可能连续雨雪天气，必须采取有效的防冻措施。

可采取措施：a.管路中充注防冻液防冻；b.平板集热器采用排空方式防冻；c.真空管集热器采用管路电伴热方式防冻；d.水箱热水反冲加热防冻。

## 4.3.3. 防过热

现状：单纯的供暖系统在非供暖季面临热量浪费，集热器过热。

可采取措施：a.采用季节蓄热将非供暖季热量转移到供暖季使用；b.供暖系统与空调、热水系统形成综合利用系统，全年向建筑提供相应服务；c.可在严寒地区与土壤与热泵系统联合运行，非供暖季太阳得热回灌地下，解决热泵系统的热不平衡问题；d.采用耐高温的集热器和系统，非供暖季硬抗，采用苫布遮挡，风冷降温等措施防止集热系统过热。

## 4.3.4. 安装位置受限，系统技术复杂，缺少成熟产业支撑

现状：建筑缺少足够的位置安装集热器，用户很难依靠自己的力量运行维护系统，相关工程很难在市场上采购到专门为太阳能供暖设计的设备器材。

可采取措施：a.在集热器安装位置不足的集合住宅或大型公建另行辟地用于集热器安装，采用太阳能集中供热；b.系统实现高度的模块化和集成化，减少现场安装维护和维修工作量；c.与太阳能供热系统相配套的加热器、水箱、热交换器等附件的开发和产业化。

## 4.3.5. 系统技术复杂，缺少成熟的产业支撑

现状：用户很难依靠自己的力量运行维护系统，相关工程很难在市场上采购到专门为太阳能供暖设计的设备器材。

可采取措施：系统实现高度的模块化和集成化，减少现场安装维护和维修工作量；与太阳能供热系统相配套的加热器、水箱、热交换器等附件的开发和产业化。



### 4.3.6. 太阳能供暖的地域性差别显著

由于地理位置、气象条件、自然资源和使用要求的不同，太阳能供暖的系统形式、辅助能源和控制模式也各不相同，需要就不同地区适宜采用的太阳能供暖技术和设备形式。太阳能供暖对系统集成优化设计要求较高。其主要组成部分（即热系统、储热系统、辅助热源系统、控制系统等）之间的合理匹配是决定系统能否高效运行的关键。

基于上述分析，中国应该重点攻克相关的技术难关，尤其在低成本太阳能储热和系统合理匹配方面，开发建筑构件化的低成本集热部件和相关产业支撑能力，解决蓄热和非供暖季的用热问题，并进行一定程度的应用示范，及时总结相关问题，制定合理的补贴机制和推广机制，为太阳能供暖技术的推广奠定坚实的基础。

## 五 太阳能区域供热

太阳能区域供热也在欧洲的很多国家施行。目前大规模太阳能区域供热系统工程大多数建立在中欧及北欧，主要分布在瑞典、丹麦、荷兰、德国及奥地利。丹麦早在 20 世纪 30 年代就建造了区域供热系统，到如今，63%以上的丹麦家庭都使用来去区域供热的热量采暖，这些热量不仅用于建筑物供暖，还可以用于生活热水。2013 年中国开展了中丹合作太阳能区域供热示范项目，进一步学习国际太阳能大型区域供热先进技术。通过项目的实施，中丹两国项目承担单位均建立了良好的合作关系。中国项目单位学到了丹麦可再生能源先进的理念、技术及经验；丹麦的合作伙伴在与中方交流的同时，深入了解中国可再生能源的现状、政策框架及发展空间，为两国未来的后续合作奠定了坚实的基础。

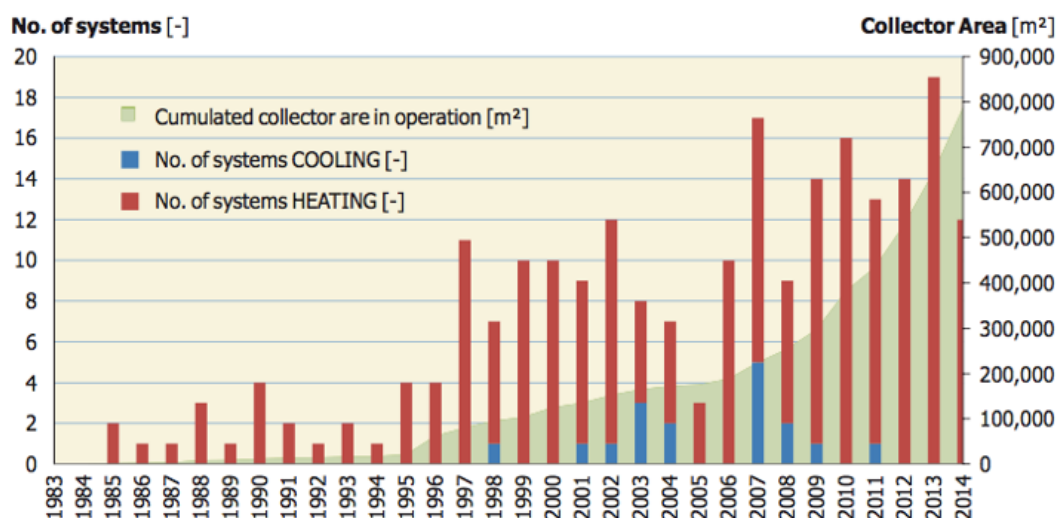


图 54 至 2014 年底欧洲在运行太阳能区域供热与制冷项目累计面积

表12 德国、丹麦的太阳能跨季节蓄热采暖项目

| 序号 | 项目名称         | 集热器面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 蓄热方式   | 蓄热体容积 (m <sup>3</sup> ) | 设计最高储<br>存温度 (°C) | 开始运行<br>时间 |
|----|--------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------|------------|
| 1  | 德国-汉堡布拉姆费尔德  | 3000                       | 混凝土水箱  | 4500                    | 95                | 1996       |
| 2  | 德国-腓特烈港魏根豪森  | 4050                       | 混凝土水箱  | 12000                   | 95                | 1996       |
| 3  | 丹麦-马斯塔尔      | 33000                      | 蓄水池    | 75000                   | 95                | 1996       |
| 4  | 德国-开姆尼茨      | 540                        | 砾石-水水池 | 8000                    | 85                | 1997       |
| 5  | 德国-内卡苏姆的阿莫巴赫 | 5470                       | 地埋管系统  | 63300                   | 85                | 1997       |
| 6  | 德国-施泰因富特     | 510                        | 砾石-水水池 | 1500                    | 90                | 1998       |
| 7  | 德国-汉诺威康斯柏格   | 1350                       | 混凝土水箱  | 2750                    | 95                | 2000       |
| 8  | 德国-罗斯托克      | 1000                       | 浅层含水层  | 20000                   | 50                | 2000       |
| 9  | 德国-阿滕基兴      | 800                        | 地埋管系统  | 10000                   | 85                | 2002       |
| 10 | 加拿大-卡尔加里市    | 2300                       | 地埋管系统  | 35580                   | 80                | 2005       |
| 11 | 德国-慕尼黑       | 2900                       | 混凝土水箱  | 5700                    | 95                | 2007       |
| 12 | 德国-埃根施泰因     | 1500                       | 蓄水池    | 3000                    | 90                | 2007       |
| 13 | 德国-克赖尔斯海姆    | 5470                       | 地埋管系统  | 37500                   | 85                | 2007       |
| 14 | 丹麦-奥尔堡       | 37000                      | 蓄水池    | 60000                   | 95                | 2014       |

由表12可见，国外在太阳能采暖方面已形成了区域供热的规模，一些国家在太阳能区域供热政府项目的支持下，太阳能采暖取得了很大的发展。

跨季节太阳能蓄热供暖系统可以实现太阳能由夏季向冬季的转移来减少其他不可再生能源的消耗，其蓄热能力可以达到年需求量的 40%~60%，远远超出了短期蓄热供暖系统。跨季节太阳能蓄热系统根据蓄热系统分为：水箱蓄热、埋管蓄热、蓄水层蓄热和砾石-水蓄

热。

国外对跨季节太阳能蓄热系统的研究在实验方面目前主要是通过示范工程来实现。近年来，在中北欧主要是瑞典、奥地利、荷兰、丹麦和德国建立了许多大型的跨季节太阳能蓄热系统，其中以德国最具代表性。计算方面，对于跨季节太阳能蓄热系统的研究主要是通过解析解、经验半经验的公式与数值模拟相结合的方法。

中国可再生能源示范城市张家口将支持在崇礼县率先建设 100 万  $\text{m}^2$  跨季节集中储热与被动建筑技术相结合的供暖示范项目，提高可再生能源利用效率。依托大型光热发电站，实施热电联供。在城乡普及太阳能热利用，规模化推广太阳能热水系统。充分发挥中低温地热资源清洁无污染、持续性好、应用面广等优势，在地热资源丰富的赤城、阳原、怀来等县，积极谋划一批、建设一批、储备一批地热供暖项目，重点推进典型示范项目建设。

## 六 太阳能工业热利用

### 6.1. 世界太阳能工业热利用现状

各种工业过程中需要大量的热能，这使得工业应用将会是未来太阳能热利用非常有前途的市场。太阳能热利用市场是非常有利可图的，在过去的几年中，从小型的示范工厂到非常大的系统，已经实现了一些非常有前途的项目。到目前为止，全世界共有 151 个工业热利用项目运行中，总装机容量达到了  $100\text{MW}_{\text{th}}$  ( $143,226 \text{ m}^2$ )。在这些项目中，19 个系统的热容量超过了  $0.7\text{MW}_{\text{th}}$  ( $1000 \text{ m}^2$ )，31 个系统在  $0.35\text{--}0.7\text{MW}_{\text{th}}$  之间，剩余 101 个系统低于  $0.35\text{MW}_{\text{th}}$ 。

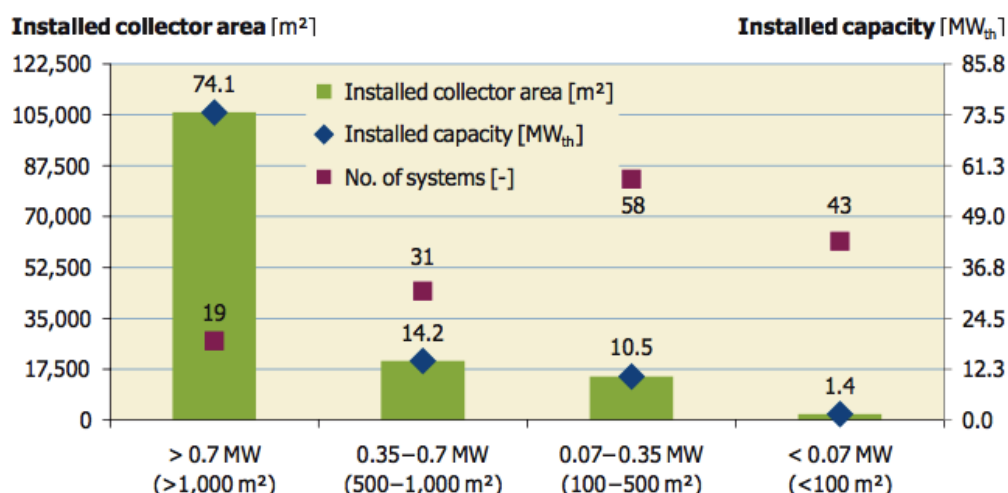


图 55 全球太阳能热利用项目系统装机容量分布

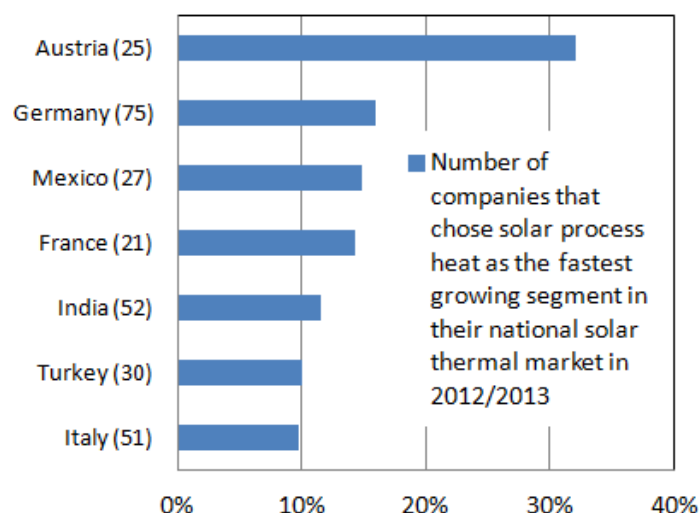


图56 2012/2013太阳能工业热利用预测

如上图所示，澳大利亚超过30%的太阳能集热器供应商认为本国太阳能工艺用热在市场的增长最快；德国、墨西哥、法国、印度也有超过10%的供应商有相同的观点。

下表为拥有最大太阳能工业热利用集热器面积的国家统计。

表13 拥有最大太阳能工业热利用集热器面积的国家

| 国家   | 太阳能工业热利用项目总面积[m <sup>2</sup> ] | 太阳能工业热利用的项目数量 | 项目平均规模[m <sup>2</sup> ] |
|------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| 智利   | 39,740                         | 2             | 19,870                  |
| 中国   | 29,051                         | 9             | 3,228                   |
| 美国   | 23,993                         | 18            | 1,333                   |
| 印度   | 9,140                          | 15            | 609                     |
| 澳大利亚 | 7,840                          | 23            | 341                     |
| 希腊   | 5,553                          | 10            | 555                     |
| 德国   | 4,774                          | 21            | 227                     |
| 西班牙  | 4,089                          | 14            | 292                     |

目前世界上太阳能工业热利用最大的项目在智利，Gaby铜矿工厂装机容量达到了27.5MW<sub>th</sub>。澳大利亚和德国的太阳能工业热利用项目数量最多，分别为23个和21个。

食品是利用工艺加热最多的行业；纺织行业工厂大多在亚洲，主要为皮革生产商和印染车间；使用太阳能的啤酒厂则在全世界都可以找到。

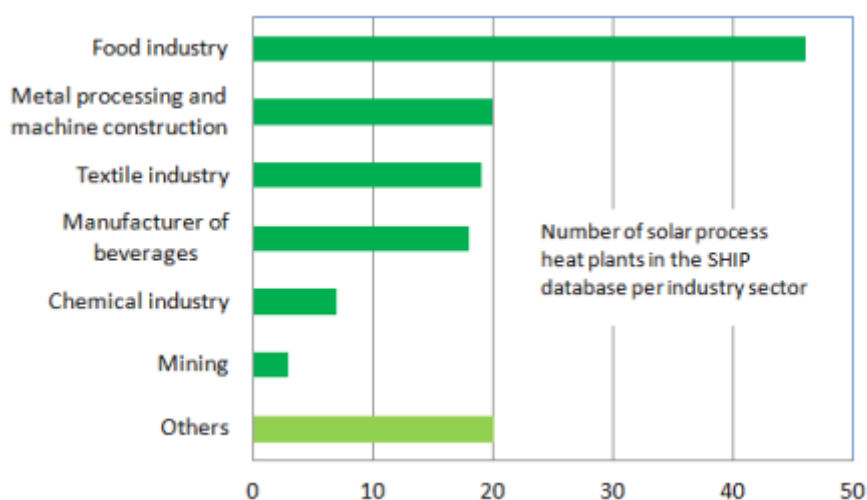


图57 不同行业利用太阳能工业加热的工厂数量

在 2015 年 5 月对 155 个太阳能工业热利用项目的调研结果显示（总计 144406 m<sup>2</sup>），65%的工厂使用平板集热器，21%的工厂使用真空管集热器，7%的工厂使用槽式聚光集热器，5%的工厂使用空气集热器，还有 2%的工厂使用无盖板集热器。

## 6.2. 中国太阳能工农业热利用市场分析

到目前为止，与太阳能在热水系统的应用相比，太阳能热利用技术在工业领域的应用还非常少。而阻挡太阳能热利用技术在工业领域应用的进程的原因主要有以下几点：1、投资者的意识不清，信心不足。太阳能热利用技术在工业领域的应用工程很少，许多相当工业领域的决策者甚至没有听过太阳能工业加热系统，这是阻碍太阳能工业加热进程的主要原因。在面对基本设施需求的时候，企业决策者非常保守，尤其是在考虑到一些工业过程的严格用热需求，他们总是会选择传统的、久经时间证明的技术。对他们来说，他们宁愿信赖未来不定的传统燃料也不愿意承担系统中断的风险。2、太阳能工业加热系统的成本是相当高的，但运行费用比较低。而就目前的技术水平，系统投资回收期还在商业要求之外。3、许多工业过程需要高于传统太阳能热利用（民用太阳能热水器、采暖、太阳能游泳池）的温度。为了满足这些需求，就需要新的设计甚至新的材料。4、目前为止，仅少数工程中心和研究机构有太阳能工业热利用项目的安装经验。合适的规划指引及工具仍然缺失。5、缺乏懂得太阳能工业加热技术应用的相关人才。没有人才积累和相关知识就不能很好地解决太阳能工业加热问题。

随着各类新型集热器的不断研发，相关部件的更新以及技术的创新升级，太阳能热利用技术在工业生产中获得成功应用的示范项目不断涌现，如常熟锦宏印染厂太阳能工业用水项目、山东力诺瑞特太阳能锅炉系统、浙江达利印染厂、中央储备粮昆明直属库、云南烟

草研究所、福建三明化工厂等等，这些项目都取得了非常显著的效果。未来将会有更多的太阳能工业热利用项目应用出现。下图是中国太阳能工农业应用技术发展路线图。

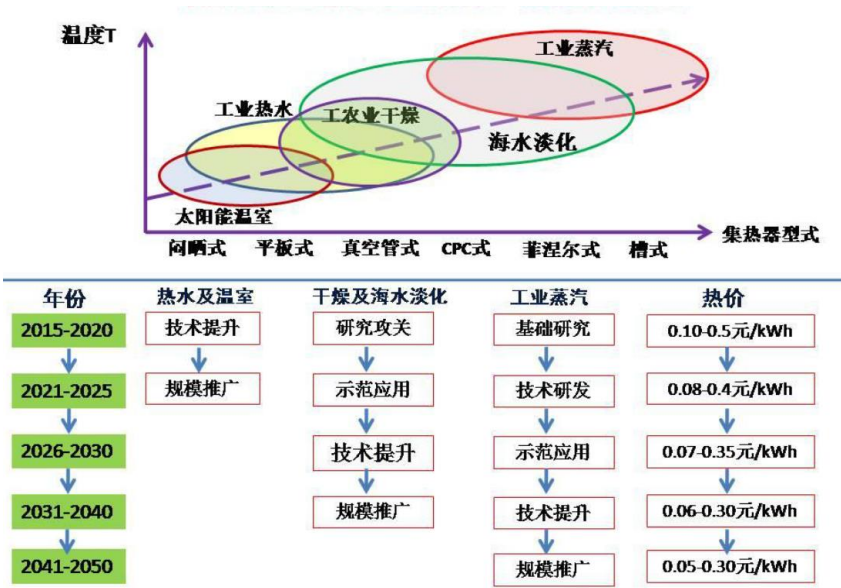


图 58 中国太阳能工农业应用技术发展路线图

## 七 太阳能空调

利用太阳能实现制冷效应主要有以下两种类型：将太阳能转换为热能，利用热能驱动制冷装置产生冷冻水或调节空气送往建筑环境内，如目前最常用的太阳能热驱动空调，主要有吸附式、吸收式、除湿空调和喷射式制冷四大类；以及将太阳能转换为电能，利用电能驱动相关设备供热制冷，目前一般将光伏发电技术和制冷技术结合在一起，在普通的制冷设备基础上加以开发。

太阳能空调制冷系统产出是用于空调的冷量、以及非空调季节用于供暖的热量。主要产出为满足空调制冷用 7~12℃（标准）或其他能满足空调需求用冷水。以及满足空调除湿用干风 6~10g/kg 干空气（标准）或其他能满足空调除湿用干冷空气。太阳能空调制冷是夏季太阳能有效利用的最佳方案，有着良好的应用前景。从提高太阳能全年利用率和运行经济性角度而言，目前理想的太阳能空调方式应该是与普通平板式和真空管式太阳能热水系统结合的热驱动型空调制冷机组。两者的结合，可以较好地解决太阳能供热采暖系统冬季采暖、四季热水供应与夏季空调应用的匹配，最大幅度提高太阳能利用率。特别是与建筑结合，能够在建筑用能环节发挥一定的作用。

到 2014 年底，世界上建立的太阳能制冷系统总数量约为 1175。市场显示，从 2004 年到 2014 年，其发展趋势是非常良好的，但是增长速率则从 2007/2008 期间的 32%降低到了



2013/2014 期间的 12%。大约三分之一的太阳能制冷系统安装在欧洲，尤其是西班牙、德国和意大利。大部分的太阳能空调和制冷装置都利用的是高性能平板集热器或真空管集热器。另外在印度、澳大利亚和土耳其，还有一些用聚光型太阳能集热器来驱动热制冷机的例子。

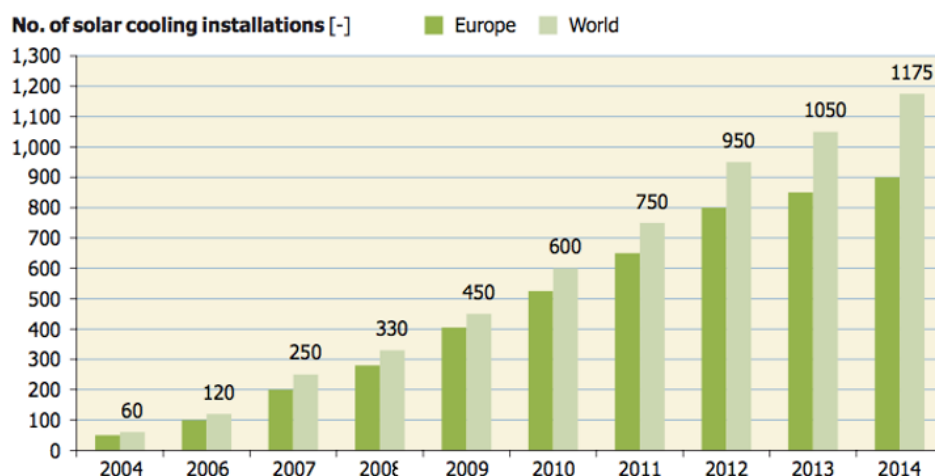


图 59 2004-2014 年欧洲和世界的太阳能空调和制冷系统的市场发展

（数据来源：Solar Heat Worldwide 2015）

太阳能空调制冷技术的发展，近期是结合建筑用能需求，与建筑一体化太阳能供热采暖系统匹配，解决夏季部分建筑空间太阳能制冷空调的问题。特别应该走与普及型太阳能集热器结合的太阳能空调制冷技术路线，如吸附式、吸收式，除湿空调等，并进一步提高效率、降低成本，减少尺寸，不断提高太阳能综合利用效率。下一步目标是实现与普通太阳能集热系统结合的太阳能空调制冷技术与产品定型化、规模化应用，预计各类太阳能制冷空调技术成熟和发展，能够在建筑采暖和空调领域发挥重要作用。最终构建与气候条件，能源结构特点相适应的太阳能制冷空调技术和产品体系，高温、高效、低成本、紧凑式太阳能空调系统发展应用，能够在未来可持续能源利用结构中占有一席之地。

## 八 太阳能热发电

太阳能热发电是通过收集太阳辐射将其转化为热能，再用动力机械转换为机械能驱动发电机发电的技术。实现这种能量转换技术的系统称为太阳能热发电系统（或太阳能热发电站）。根据收集太阳辐射方式的不同，主要分为塔式太阳能热发电系统、抛物面槽式太阳能热发电系统、碟式太阳能热发电系统和线性菲涅耳式太阳能热发电系统等。

太阳能热发电系统一般由集热场、蓄热系统和发电系统构成。集热场是收集太阳辐射能并将其转化为热能的系统；蓄热系统在太阳辐射强时存储热量，太阳辐射不足时释放所储热量，平抑发电间歇性，增加发电时间。发电系统将收集到的热能通过能量转换装置转换为



电能，包括热机和发电机组。太阳能热发电系统的典型容量一般大于等于 50MW。

太阳能热发电的优势在于：发电稳定，上网友好，利于规模化发展，无污染，技术成熟，装机容量大，是最具有发展前景的可再生新能源领域。太阳能热发电技术已有超过三十年商业应用经验，在全球十几个国家已经应用，美国、西班牙、印度、沙特阿拉伯、阿联酋、南非等国家将其确定为未来国家基础电力的供应方式。

太阳能热发电产业在过去的十年间持续发展，主要是为在新兴市场和发达市场中，示范论证在更大范围内应用该技术，同时增强太阳能热发电的能量储存。全球太阳能热发电装机容量已经从 2005 年的 355MW 增长到了 2015 年的超过 4.7GW，预计到 2015 年底将达到 5GW。

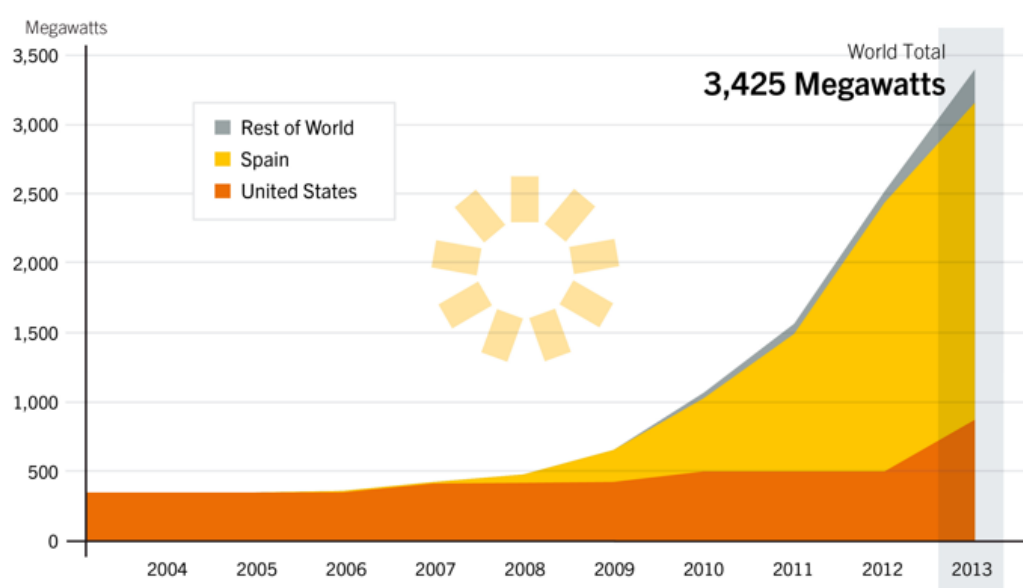


图 60 全球太阳能热发电装机容量（2004-2013）

（数据来源：REN21.2014.Renewables 2014 Global Status Report）

短期来看，由于不确定的能源政策以及太阳能光伏发电的价格下降，将会导致太阳能热发电的装机速率在2016年有暂时的下降。但是，在2017年将会有1.2GW的新装机容量开工建设，使得太阳能热发电将重新开始增长，到2018年的增长将会更多，这部分是由于突尼斯、埃及和科威特宣布的大型项目的建设。在接下来的几年中，在更强力的政策和可再生能源宏伟目标的驱使下，可以预见市场的参与者将会稳步增长。全球太阳能热发电容量预计到2025年将达到22GW。

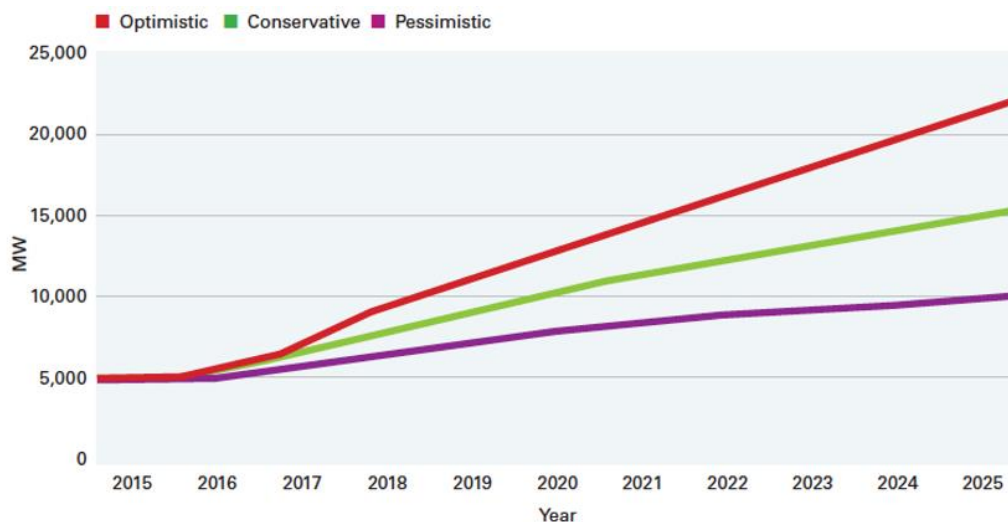


图61 全球太阳能热发电市场预测

（数据来源：CSP Today 2015）

虽然技术已经趋于成熟，但是由于光伏和风能价格的快速下降，以及传统能源的消耗、国家能源的需求和政府刺激政策等因素的影响，未来对太阳能热发电的需求还不能确定。

当地能源需求直接影响着太阳能热发电市场的成形。由于石油、燃气的储量少，过度依赖煤的使用等因素的影响，南非计划到2020年，太阳能热发电项目的总装机容量要达到1.2GW。当地能源需求和中期太阳能热发电发展之间的直接关联对南非未来市场的长期发展起到决定性作用。

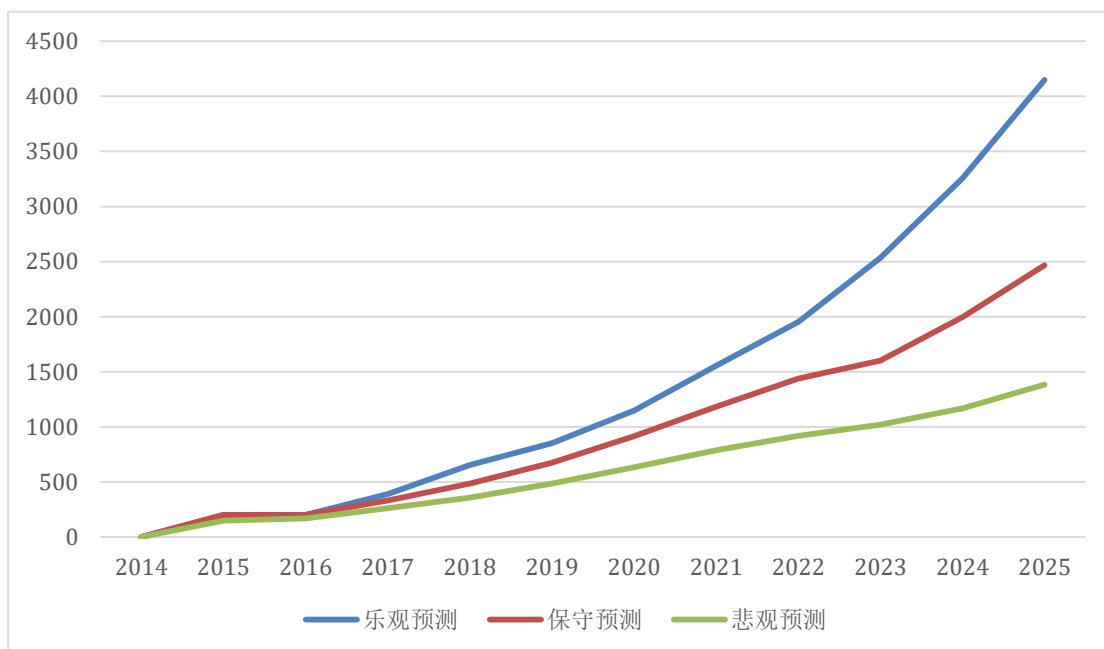


图62 南非太阳能热发电装机容量预测（MW）

表14 南非太阳能热发电装机容量预测（MW）

（数据来源:CSP Today 2015）

| 年份   | 乐观预测    | 保守预测    | 悲观预测    |
|------|---------|---------|---------|
| 2014 | 0.33    | 0.33    | 0.33    |
| 2015 | 200.43  | 200.43  | 150.33  |
| 2016 | 200.43  | 200.43  | 170.34  |
| 2017 | 391.43  | 331.43  | 261.35  |
| 2018 | 653.33  | 487.43  | 357.36  |
| 2019 | 852.69  | 673.65  | 487.40  |
| 2020 | 1147.80 | 915.75  | 633.95  |
| 2021 | 1554.99 | 1184.03 | 786.95  |
| 2022 | 1952.58 | 1439.23 | 918.30  |
| 2023 | 2533.49 | 1601.67 | 1021.78 |
| 2024 | 3256.47 | 1995.86 | 1168.58 |
| 2025 | 4149.17 | 2466.96 | 1383.08 |

虽然美国对风能、光伏和页岩气等的应用在增长，但是并没有对太阳能热发电的市场造成重大影响，目前美国的太阳能热发电市场仍然非常活跃，总装机容量为世界最大，将近17.7GW，同时已经规划建设五座总装机容量达到373.5MW的太阳能热发电厂。

太阳能热发电在新兴市场的应用扩展也将会持续，其增长速度将会由国家政策和全球市场等因素共同决定。

### 中国热发电市场展望

中国对太阳能热发电技术的研究起步较晚，直到20世纪70年代，一些高等院校和中科院相关研究所等单位 and 机构开始一些应用性基础实验研究。20世纪80年代初，湘潭电机厂与美国太空电子公司合作，试制了2台5KW碟式抛物面点聚焦太阳能热发电装置。但由于价格过高，加上工艺、材料、部件及相关技术等没有得到根本解决，而未能得到推广使用。国家“八五”计划安排了小型部件和材料的攻关项目，于中国科学院电工研究所内建成了小型抛物面槽式真空管高温集热装置。南京江宁地区与以色列合作在2005年建立了国内第一座塔式的70KW的示范装置。2009年3月由中国科学院电工所主持的第一个兆瓦级的塔式示范电站开始建设动工。2011年6月国电吐鲁番180千瓦槽式热发电项目建成试运行。2012年8月国家863计划，延庆八达岭塔式热发电示范项目成功。2012年10月，华能在海南三亚建成中国首个1.5MW<sub>th</sub>菲涅尔式光热联合循环混合电站。2011年1月中国第一座商业化50MW太阳能热发电项目，鄂尔多斯项目特许权招标结束，大唐集团以0.94元的电价中标，标志着中国太阳能热发电商业化市场的正式启动。经过多年的技术研究，中国在太阳能聚光、高温光热转换、高温蓄热、大规模热发电站系统集成等多方面得到了巨大的发展，目前国内

已基本可以全部生产太阳能热发电的关键和主要装备，太阳能热发电关键设备制造得到快速的发展。但是也存在着很多难题需要解决。太阳能热发电系统中的所有关键零部件都可以国产化，可因为还没有在商业电站中应用，产品质量和使用寿命还缺乏长期验证。国内还缺乏电站的集成设计与运行经验。目前太阳能热发电最大的障碍是成本过高，特别是由于光伏发电成本大幅下降，光热发电受到了强烈的竞争。

张家口可再生能源城市发展规划拟推大功率光热发电项目。在坝上地区和崇礼县重点发展大功率太阳能光热发电，推进一批光热发电示范项目建设。2020 年、2030 年大功率太阳能光热发电装机规模分别达到 100 万千瓦和 600 万千瓦。

未来太阳能热发电技术的研究方向是提高效率，降低成本。具体来说，聚光系统的研发方向为降低现有产品的成本、提高产品的可靠性。吸热系统的主要研发方向提高光热转换效率、降低热损、提高产品的可靠性。储热系统的研发方向为开发新的传热、导热和储热介质。预测到 2020 年，太阳能热发电有可能经历与风电和光伏产业类似的爆发式发展，成为新能源中替代传统大型集中式发电的主力。到 2050 年，有可能满足全国电力需求的 8% 甚至更多。

## 九 太阳能多能互补应用

太阳能作为清洁可再生能源，在供热和制冷过程中能更好的满足节能减排的需求。但也存在其缺陷：太阳能受地域、天气的影响较大，不能很好地满足用能需求。因此，要更好的满足消费者 24 小时用热需求，太阳能与其他能源互补使用已成为一种必然趋势。尤其是随着太阳能应用领域的扩大，太阳能与其他能源互补更是必不可少。

中国的太阳能热水器最开始是在农村使用，市场也主要是在农村，主要用途是用于供热水。与太阳能热水系统互补使用的其他能源主要是电能。

但是，近几年来，随着太阳能热利用技术进步，太阳能供热系统开始走进城市，并且随着太阳能应用领域工农业扩展以及南方采暖需求的日益加强，单独使用太阳能已不能满足用热需求，太阳能与热泵、燃气、电、生物质能等能源互补使用也日益普遍。

一些大的太阳能热利用行业除在太阳能热利用产品方面保持稳定的投入外，在空气源热泵、燃气锅炉等辅助系统方面也投入了较大精力，如太阳雨、桑乐、四季沐歌、清华阳光等都专门成立空气源热泵研究部门，并有空气源热泵产品生产；桑普生产的燃气锅炉产品不仅能单独使用，还能与太阳能热水系统联合起来使用，而皇明、力诺瑞特、华扬、万和则都有专门的多能互补系统生产或者多能互补解决方案。一些配套企业，也都有多能互补相关产品生产，如迈能高科多能源集成搪瓷储热水箱、创意博、杰奥生产的控制系统，都适用于多

能互补，而无锡新能源科技有限公司的太阳能循环泵站则为多能互补产品的生产提供了设计思路。

## 十 太阳能光热行业展望

### 10.1 全球展望

全球可再生能源热消费在中期将会温和增长。到 2020 年，可再生能源热消费在建筑领域将会达到 8.3EJ，占最终能源热消费的 9%；在工业领域，可再生能源热消费将会继续增长，到 2020 年将会增长到 8.7EJ，占到工业能源热消费的 9%。

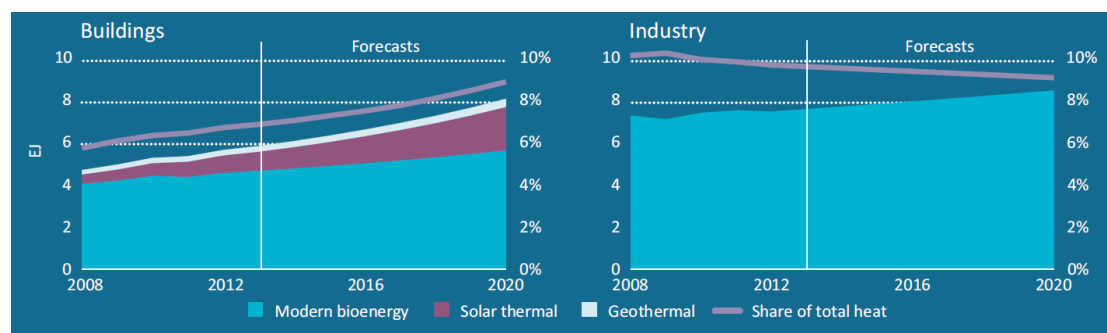


图 63 不同领域可再生能源热消费趋势预测

（数据来源：Trancking Clean Energy Progress 2015）

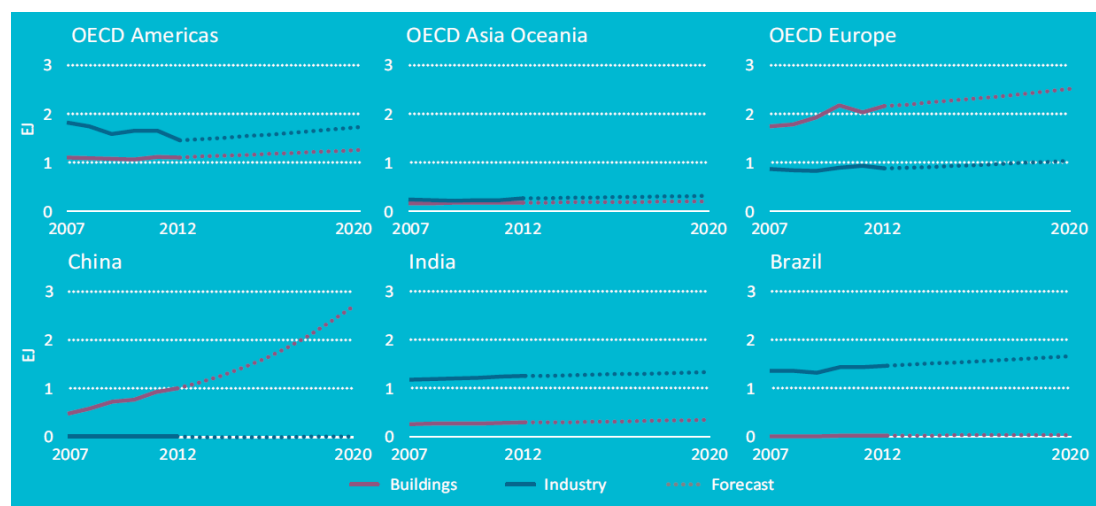


图 64 不同地区可再生能源热消费趋势预测

（数据来源：Trancking Clean Energy Progress 2015）

对太阳能光热市场来说，目前占比最大的单户家庭系统，在未来这种现状将会发生变化。对全球 365 个太阳能光热产业的供应商调研发现，到 2020 年，太阳能光热市场的主要销售

量将从单户住宅转向其他领域。地中海地区参与调研的三分之一的公司认为多户住宅将会在 2020 年占市场主要份额；中欧地区参与调研的六分之一的公司认为公共领域将会有很大的市场机会；而金砖四国和墨西哥等地区的变化将会更多，四分之一的公司认为太阳能工业热利用将会在 2020 年贡献最多的市场，尽管目前的发展水平很低。总体来看，市场将会由住宅领域转向商业应用。

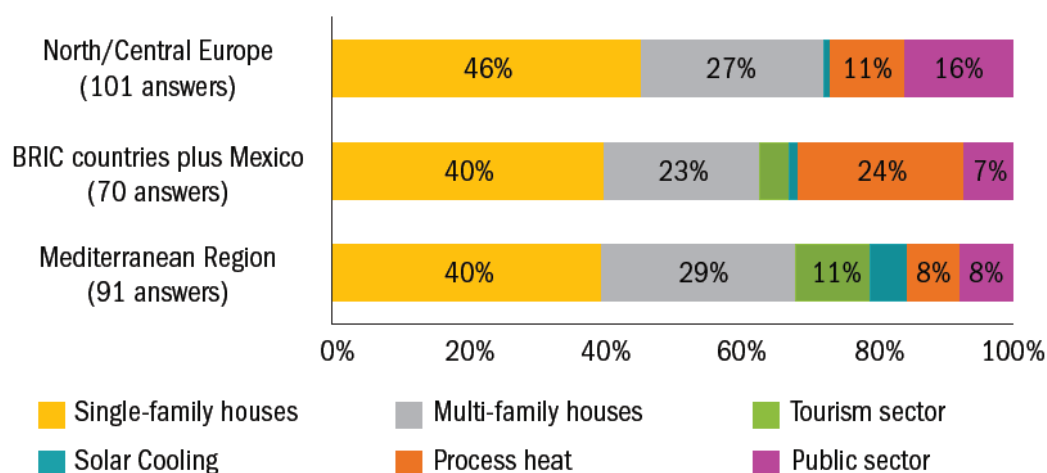


图 65 2020 年太阳能光热市场主要销量分布调研

（数据来源：2014 solar thermal markets in europe）

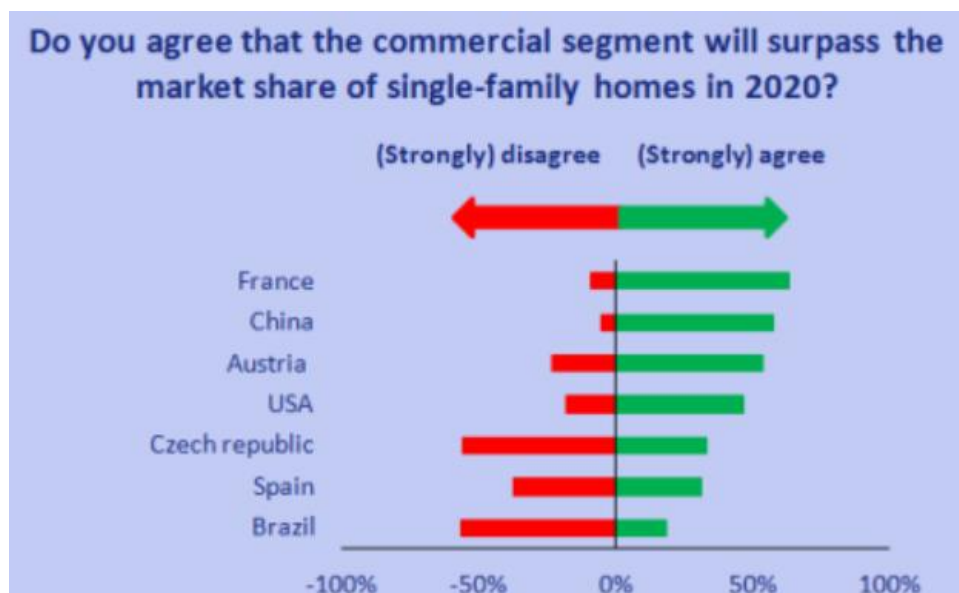


图 66 太阳能光热市场转变预测

（数据来源：solarthermalworld.org）

工业用热中，中低温加热占比超过了 45%，太阳能光热系统在工业用热领域有很大的发展潜力。目前，初投资高是限制太阳能光热系统在工业领域的应用最主要障碍，但是随着技术的更加成熟，成本将会降低很多。IRENA 分析预测，到 2030 年，生产热的成本相比现在

将会降低至少 40%。同时，太阳能工业热利用主要应用为食品、纺织、皮革、采矿采石等领域，未来，太阳能工业热利用将会有更大的发展空间。

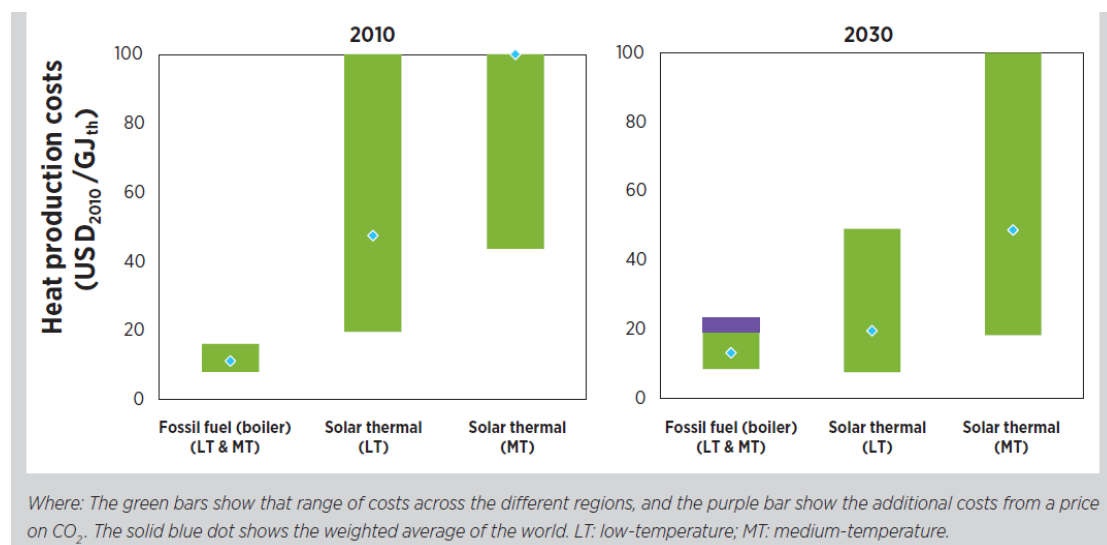


图 67 工业生产热成本预测

（数据来源：REmap 2030 Renewable Energy in Manufacturing）

欧洲太阳能光热发展预测如下图所示。

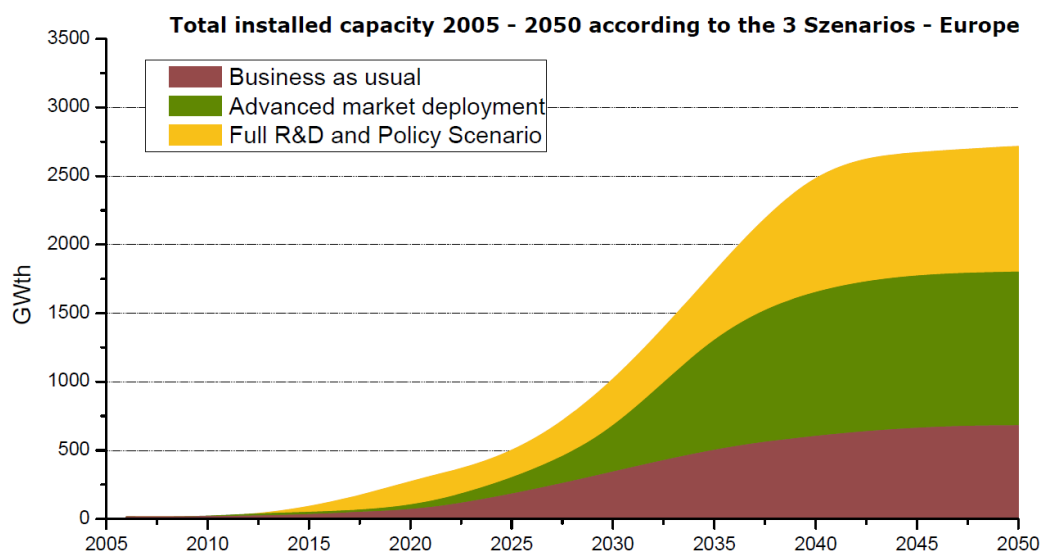


图 68 欧洲太阳能光热装机容量潜力

（数据来源：Potential of Solar Thermal in Europe）

## 10.2 中国展望

近年来，国家推出的保障性住房建设、新能源建筑示范应用、新农村城镇建设与改造给太阳能热利用产业打开新的发展空间。而国家节能减排战略等政策的制定和实施，都将极



大地推动太阳能热利用行业的发展。

随着技术的成熟与普及速度的加快，中国“十三五”期间太阳能热利用产业在采暖、制冷应用等市场潜力巨大。不计算国外出口市场，仅中国国内市场空间预计可达数千亿元之巨，太阳能将在煤炭替代和用能结构调整中发挥积极作用，对全社会的节能减排效应也将更加显著。

2015 年，在国家能源局组织下，开展了太阳能热利用行业“十三五”规划研究工作。《规划专题研究报告》分析了行业现状，总结发展成绩和存在问题，讨论光热利用在能源版图变化和结构调整、节能减排和生态文明建设中的作用和地位，在分析竞争力的基础上，梳理中长期发展思路，提出到 2020 年的发展目标，并展望到 2030 年，规划未来的发展方向、重点任务、保障措施，为“十三五”期间发展规划的制定提供参考。

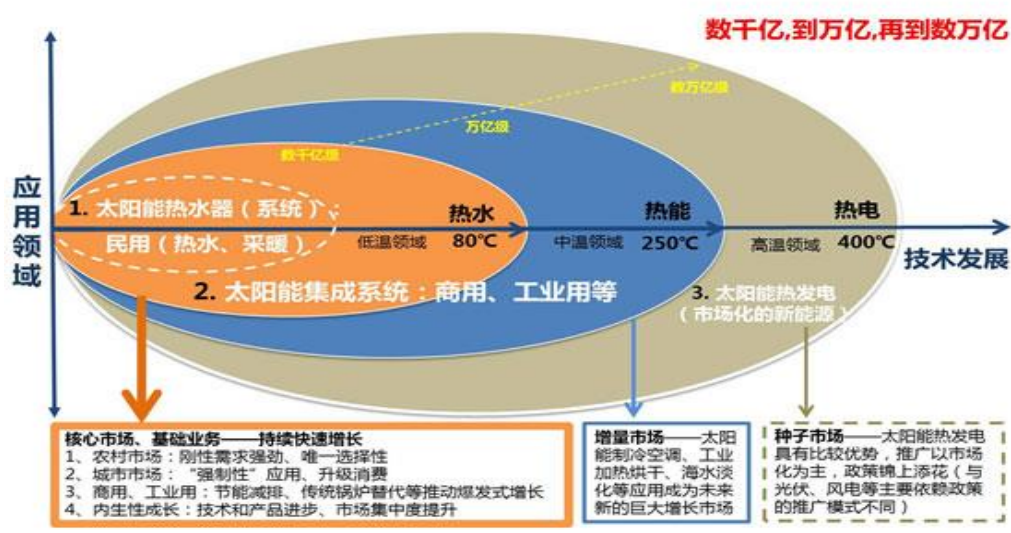


图 69 中国太阳能热利用应用领域发展

表 15 中国太阳能热利用应用发展

| 阶段 | 时间段          | 产品                             | 市场                              | 用途                          |
|----|--------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1  | “十一五”<br>及以前 | 太阳能热水系统                        | 城镇、农村家庭                         | 洗浴热水为主                      |
| 2  | “十二五”<br>期间  | 太阳能热水系统+<br>建筑热水工程             | 城镇、农村家庭+城市<br>公共和民用建筑           | 洗浴热水+生活热水                   |
| 3  | “十三五”        | 太阳能热水系统+<br>建筑热水工程+工<br>农业应用工程 | 城镇、农村家庭+城市<br>公共和民用建筑+工农<br>业企业 | 洗浴热水+生活热水（含采<br>暖、制冷）+工农业供热 |

根据总量和强度双控行动发展要求，“十三五”目标更加全面，有规模指标、结构指标、

技术指标、成本指标、能耗指标、寿命指标、国产化率指标。

其中,规模指标指出,到2020年,太阳能热利用集热面积保有量达到8亿 $\text{m}^2$ (560 $\text{GW}_{\text{th}}$ ),年度总投资额约1000亿元;

结构指标指出,到2020年底,要实现全国城镇建筑和广大农村地区民用热水推广项目集热面积保有量2亿 $\text{m}^2$ ;供热、采暖、制冷空调系统示范项目集热面积保有量2亿 $\text{m}^2$ ,包括大型区域供热站示范项目200座;工农业供热应用示范项目集热面积保有量1.5亿 $\text{m}^2$ 。形成民用热水、供暖和制冷、工农业热力等多元化的市场格局。

表16 “十三五”期间太阳能热利用重点项目

| 序号 | 项目名称               | 区域                                  | 内容                                                            | 数量                             | 新装面积(亿 $\text{m}^2$ ) |
|----|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 1  | 家用系统推广应用           | 全国特别是中西部                            | 根据市场需求创新产品,努力提高产品适用性、可靠性和寿命。配合精准扶贫需要。                         | /                              | 2                     |
| 2  | 太阳能热水系统与建筑结合工程推广应用 | 全国范围新建和既有建筑                         | 努力以科学数据反映工程效果,不断总结提升应用水平,落实工程各环节责任制,推进社会诚信制度建设。               | 城/乡替代的常规能耗分别达到40%和50%以上。       |                       |
| 3  | 大型供热示范项目           | 新能源示范城市 and 新能源应用产业园、绿色能源示范县、区等示范区域 | 结合其他能源建设大型区域供热站。太阳能贡献率要逐步达到30%,系统寿命要逐步提升到20年。积累经验,为在全国推广打下基础。 | 200个                           | 0.04                  |
| 4  | 采暖区农村热水、采暖示范项目     | 在17个采暖省份的乡镇1亿农户中,以2.5%示范比例,计250万户。  | 系统寿命达到15年以上,为全国大面积推广积累经验。为减停采暖燃煤,改善空气质量,建设美丽乡村,提高农民生活水平发挥作用。  | 每年50万户(平均每年每省3.3万户,每年每个县约300户) | 1.96                  |
| 5  | 建设全年               | 新能源示范城市和新                           | 开展太阳能全年综合利用的                                                  | 200个                           |                       |

|   |                    |                                                                    |                                                                                     |   |     |
|---|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
|   | 综合利用的供热、采暖、制冷示范项目  | 能源应用产业园区、绿色能源应用产业园区、绿色能源示范县、区，可再生能源建筑应用示范省、示范城市、示范县，特别是在经济较发达适宜地区。 | 供热、采暖、制冷示范项目，集热面积总量达到 20 万 m <sup>2</sup> ，积累不同地区数据，太阳能保证率达到 40%~70%，系统寿命达到 15 年以上。 |   |     |
| 6 | 建设一批工农业应用示范项目      | 新能源示范城市和新能源应用产业园区、绿色能源示范县、区和有需求地区。                                 | 开展工业供热、太阳能干燥、水产养殖、温室培育和种植，大棚恒温等工农业应用示范项目从典型示范向规模化应用的转型。                             | / | 1.5 |
| 7 | 开展一批太阳能海水淡化、苦水处理项目 | 在淡水资源缺乏的沿海城市、海岛和有需求地区。                                             | 开展太阳能海水淡化、苦水处理从典型示范向规模化应用的转型。                                                       | / |     |
| 8 | “一带一路”，绿色节能建设项目    | “一带一路”沿线国家和地区。                                                     | 纳入国家战略的部署和 implementation 计划，提供政策和便利条件，鼓励条件具备的企业，与沿线国家采取多种合作方式，参与绿色建设，实现优势互补，合作共赢。  | / | /   |

太阳能热利用中技术成熟、广泛应用的方式集中在中低温领域。旺盛的市场需求促进了太阳能热水器行业的快速发展；而太阳能集中供热采暖和制冷目前尚处于示范阶段，随着技术突破和推广应用，近中期内太阳能热水三联供系统(供热水、供暖和供冷)的成本将大大降低，可以实现商业化开拓。另外，随着经济模式转变，产业结构调整，从中远期看，太阳能中温热利用在工农业领域有望发挥巨大节能减排作用。

《中国可再生能源 2050 发展路线图》指出，2020 年前太阳能热水系统的应用仍将是主流应用方式，约 60% 建筑安装太阳能热水系统；同时太阳能采暖、制冷系统应用快速发展，1% 左右的总建筑面积将应用太阳能采暖、制冷系统；到 2030 年，太阳能供暖和太阳能工农业热利用将迅速增长；从中远期看，到 2050 年，太阳能中温热利用在工农业领域有望发挥巨大节能减排作用。

总之，可再生能源在全球能源结构中的地位可再生能源的地位日益显著，占终端能源消费的比例逐年提升。特别需要指出的是，太阳能光热行业潜力巨大，有着非常广阔的发展空间。多种太阳能热利用方式的共同发展将会为世界节能减排以及煤炭替代和用能结构调整做出巨大的贡献。

## 附：太阳能区域供热技术应用现状北欧考察报告

太阳能区域供热和工业热利用是发展新趋势

——IMSIA 国际金属太阳能产业联盟欧洲考察报告

撰写 黄俊鹏 陈讲运 朱宁

2015 年 9 月 7-19 日，国际金属太阳能产业联盟（IMSIA）秘书长黄俊鹏、副秘书长陈讲运与北京四季通热能系统科技有限公司总经理朱宁、行业千万大商上海源恒太阳能设备有限公司总经理谢瑞清一同与丹麦科技大学有关人员进行深度沟通交流，了解该大学可再生能源方面研究历史、研究成果、正在研究的项目以及未来研究方向。考察丹麦和瑞典的 4 个太阳能区域供热项目，详细了解太阳能区域供热的运行原理，相关参数、经济效益、节能效益以及商业模式。参观了马尔默 Bo01 住宅示范区，看到了令人惊叹的旋转大厦（Turning Torso），详细了解其 100%利用可再生能源情况。参加了国际能源署（IEA）太阳能工业热利用技术交流会，来自近 20 个国家的 70 多位人士参加会议。有关人员介绍了最新技术、案例以及发展趋势。

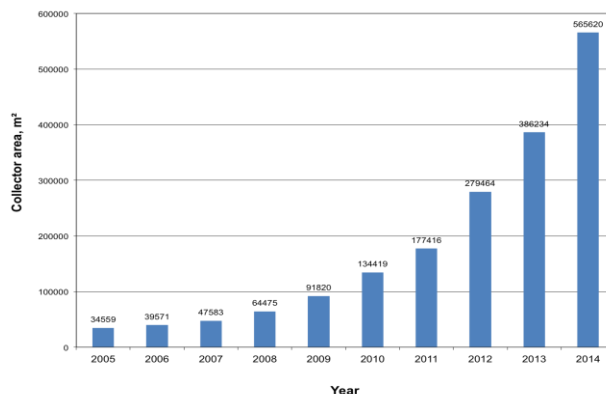
### 中丹太阳能热利用技术交融

9 月 8 日，国际金属太阳能产业联盟（IMSIA）秘书长黄俊鹏、副秘书长陈讲运与北京四季通热能系统科技有限公司总经理朱宁、行业千万大商上海源恒太阳能设备有限公司总经理谢瑞清前往丹麦科技大学（DTU）进行了可再生能源交流。一路上我们领略哥本哈根的美丽风景，市内新兴的大工业企业和中世纪古老的建筑物交相辉映，使它既是现代化的都市，又具有古色古香的特色，看到不少长满绿色铜锈的雕塑。当汽车穿行在绿树成荫的丹麦科技大学校园时，能感受其静谧。专注研究可再生能源的 Simon Furbo 教授、樊建华副教授、国内太阳能热利用专家韩建功、来自中科院电工所的孔博士和南京师范大学的牛博士等人十分热情地接待了我们一行。



## IMSIA 考察团与丹麦科技大学团队交流

丹麦科技大学从 1974 年开始研究太阳能热利用。Simon Furbo 教授介绍了目前团队的研究目标，主要研究领域以及研究方法。他介绍说，丹麦太阳能热利用近 10 年来一直处于快速增长发展阶段。2014 年太阳能集热面积为 565620m<sup>2</sup>，从下表中可以看出去年增长幅度较大。



丹麦 2005-2014 年太阳能热利用统计表

他还介绍了丹麦科技大学在太阳能利用方面的研究如太阳能辐射、太阳能家庭热水系统、太阳能供热厂、除湿空气集热器、光伏、PVT（太阳能光伏光热板）太阳能供热和发电，以及国际能源署 IEA 的 TASK 研究项目参与情况，与 ARCON-SUNMARK 等公司开展了太阳能集热工程的测试、季节性蓄热研究和数据分析等工作。此外，丹麦科技大学还与中国的桑普太阳能、北京计算中心等单位开展相关研究工作。他最后介绍说，目前正在研究一种紧凑型贮热——具有稳定的过冷贮热盐水合物，类似三明治分层的储热，研究最终目标是，作为太阳能热利用系统一部分的这种季节性贮热能完全涵盖丹麦每年新建筑物。

北京四季通热能系统科技有限公司总经理朱宁介绍了其双级升温采暖系统，将空气源、水源两级提效，与公司独立岛能源站集成匹配，利用双级升温、水箱分层、梯级利用核心专利技术（专利号：ZL2012 2 0087680.6），通过智能控制进行模式切换，系统效率较单级升温系统效率提升 70%以上，有效提高系统的全天候保障能力，是一套实现节能高效的采暖/制冷/热水的多功能系统。该系统解决了恶劣气候条件下单级升温系统供热动力不足问题，-32℃动力依然十足，同时采用双级升温技术，系统压缩机负荷减轻 50%，系统运行恒稳，寿命更长。双级升温系统采用水运行方式，相比氟系统，冬季不干不燥，夏季不得空调病，全面呵护健康。系统高度集成，释放更多生活空间。朱宁还介绍了一些应用案例，通过详实数据展现了该系统的优越性。

下午，我们参观了丹麦科技大学的实验室以及相关研究的项目，如大型平板集热器、储热材料及系统、PVT 等。太阳能大型平板集热器，一块平板 13 平方米之多。相关人员介



绍了其性能及相关参数。太阳能水箱分层是丹麦科技大学研究多年的成熟技术，已经在不少太阳能热利用公司推广应用。韩建功介绍说，丹麦科技大学相关人员做事科学而严谨，这点是我们国内企业缺少的。他们在丹麦的项目是连续三年监测减反射涂层对集热效率的影响。我们中国应该学习国际研究人员科学严谨的精神，着重细节如平板太阳能的玻璃盖板透光率、保温性能、热传导以及太阳能热水系统的整体能效提升，不能一味追求销售额而忽视技术研发工作。毕竟，未来企业竞争力根据还是产品创新。

## 新视野：丹麦和瑞典大型太阳能区域供热项目

丹麦是享誉全球的国家，部分得益于斯堪的纳维亚风格和安徒生童话，却也和它的高效节能密不可分，它是全球能效最高的国家之一。丹麦之所以能在短短几十年间做到提高能效，减少碳排放，其中最重要的原因就是区域供热的广泛使用，而它的实现本身就是个神话。

丹麦大型太阳能供热系统建设始于 20 世纪 70 年代，是在开发太阳能供热系统的季节性储能技术过程中发展起来的。丹麦在太阳能供热领域的早期实验过程中扮演着领导者的角色。1987 年丹麦建立了第一个太阳能供热厂，其安装的太阳能集热器为 1000 平方米。到目前为止，欧洲大约有 200 项太阳能集热器超过 500 平方米的太阳能供热厂在运行之中，其中有 30 多项就建设在丹麦本土。丹麦的大型太阳能供热厂都用于区域供热系统中，所有的集热器都安装在地面。

据统计，到 2014 年底丹麦太阳能总集热面积达到 565620 平方米。而且据丹麦能源署发布的官方报告“太阳能供热发展策略”显示，到 2030 年，太阳能供热将承担丹麦 10% 的区域供热负荷。可见，在丹麦太阳能供热与其他供热方式相比已经具有不可忽视的作用。



丹麦太阳能区域供热

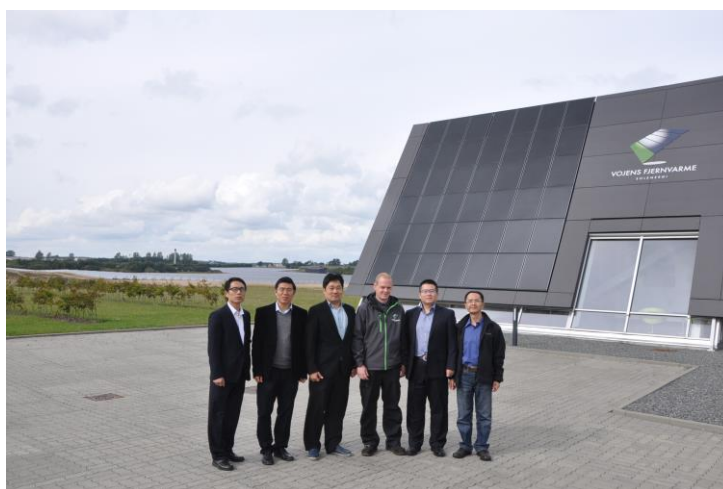
IMSIA 考察团参观考察了丹麦的 Vojens、MARSTAL 岛以及瑞典哥德堡市的区域供热项目和 LERUM 的铁路隔噪音太阳能墙项目。

9 月 9 日，IMSIA 考察团参观了位于哥德堡市 kungälvenergi 公司的一个大型区域太阳



能供热系统，面积为 10000 平方米。据项目负责人 ulf lysmark 介绍，该供热站已经有近 30 年历史，太阳能供热从 2000 年开始，近 15 年时间。辅助能源为生物质能，通过木屑锅炉补充热能。该项目没有季节蓄热功能，主要满足为整个小镇提供热水热量，供水温度约为 70℃。我们注意到，该项目太阳能集热器已有一半都坏掉了，不少集热器玻璃损坏。主要原因是 2014 年运维公司自己配制防冻液失败，结果导致太阳能集热器在冬季冻坏。另外，也有一些让小孩子扔石头砸碎了玻璃盖板，让我们有机会详细观察了大型集热器内部的结构，以及平板太阳能集热器内部的特氟龙薄膜。同时还了解到系统安装的预制保温管道，平板太阳能集热器的边框橡胶封条等细节。接着我们参观了哥德堡 LERUM 的铁路隔噪音太阳能墙项目，长约 1 千米。从背面几乎看不出是太阳能热水工程项目，通过架子和木条隐蔽安装，管道安装十分标准和规范。该项目由欧洲知名太阳能设计机构经过近 1 年时间的实地勘察和充分论证后给出的设计方案，今年 3 月刚刚竣工。据当地政府有关人员介绍说，正是由于太阳能墙降噪音，铁路附近住宅销售很好，房价也在不断攀升。该项目产生的热直接与城镇区域供暖网连接，太阳能的热量直接与供热管网进行热交换。因此，设备间内没有储热水箱。供热管网回水温度约为 55℃。太阳能集热循环的判定标准之一是温度达到 75℃。当地政府相关人员对 IMSIA 参观团接待特别认真，与我们进行了详细沟通交流，提前做了准备，还自己出资购买水果和咖啡，为我们每人准备了 PPT 材料。该项目设备间处于路口，通过玻璃橱窗展示每天的太阳能集热系统的情况，起到了良好的宣传效果。

9 月 10 日，IMSIA 考察团在丹麦科技大学樊建华教授带领下，参观了丹麦 Vojens 太阳能区域供热项目，这是目前世界上最大的太阳能季节蓄热采暖项目，太阳能集热面积约 70000 m<sup>2</sup>。该项目一期 13000 m<sup>2</sup>，储热水箱 3000m<sup>3</sup>，基本上没有跨季节蓄热，供小区热水。二期 53000 m<sup>2</sup>，蓄热水池 200000m<sup>3</sup>，从二期蓄热水池旁设备间至主设备间的距离约为 1.5km。200000m<sup>3</sup>水池整个跨季节区间的热损失约为 10%。我们详细解了该项目跨季节蓄热池的构造、使用材料以及运行原理和经济性。系统太阳能保证率是 50%，经济性良好。



Vojens 大型太阳能区域供热项目

9月11日, IMSIA 考察团参观了 Marstal 太阳能供热厂, 其为 Aeroe 岛上 1250 户居民提供区域供热。一期 18000 m<sup>2</sup>, 二期约 15000 m<sup>2</sup>, 一个 2000 立方米的储热水箱相联, 提供居民生活热水。据项目负责人介绍, 该项目一期水池上盖的白色聚苯板厚 300 毫米, 由于吸水失效了, 修复需要花 200 万, 目前处于废弃状态。一个好消息是, 有家公司已经准备接手, 利用该蓄热池生产菌类。新水池已经建成, 为 75000 立方米, 年热损失 30%。该系统太阳能保证率是 55%。我们在该项目现场还看到了热管集热器和槽式跟踪中温集热器阵列。有关分析实验结果显示, 热管集热器比平板集热器的效率高 15%。该项目的商业模式是在岛上居民同意的情况下, 由政府提供担保, 由热力公司建设, 收取每户取暖费, 目前是 0.8 丹麦克朗/kwh, 将来有可能降为 0.75 丹麦克朗/kwh。这个价格是事前约定的。这个钱已经足够每年还贷款本金和利息, 并且运维公司也有利可图。

太阳能区域供热之所以在丹麦取得如此大的发展, 除了政府在太阳能供热厂建设资金上的支持外, 丹麦在平板集热器的生产技术、蓄热技术、系统设计技术及多能源混合应用技术方面不断进行研究。运用水蓄热、地埋管蓄热技术收集太阳能热量, 将太阳能供热系统与热泵、生物质能结合进行供热。目前, 丹麦大型区域供热技术发展较为成熟, 其供热系统后期维护工作量小, 可实现 24 小时无人值守, 维护成本低, 而且系统生产成本也较低, 其投资经济性好。

近年来太阳能供暖在欧洲发达国家增长迅猛, 如丹麦、德国和瑞士等国的太阳能供暖系统已经占有很高的市场份额, 为整个太阳能热利用的 20%~50%。有数据显示, 在建筑能耗中, 使用能耗约为建造能耗的 15 倍左右, 供暖能耗又几乎占总使用能耗的 35%。以城镇化为例, 如每年城镇化竣工面积保持在 20 亿平方米左右, 有 10 亿平方米采用北方燃煤锅炉全空间连续集中供热的话, 每年将增加约 800 万吨的标煤消耗, 这其中如果有 5 亿平方米安装太阳能采暖, 那么每年减少二氧化碳的排放量将是 1000 余万吨。

## 绿建典范：马尔默市 Bo01 住宅示范区

瑞典马尔默市明日之城的 Bo01 住宅示范区是将马尔默市西部废弃的工业码头区翻新改造成为占地约 30 公顷, 可容纳 1000 户居民的住宅综合区。通过在土地规划与利用、新型技术和产品体系的推广、生态保护措施等方面进行积极的探索, 力争在营造宜居环境、旧城改造、城市化进程与可持续发展相结合方面做出突破。节能方面实现了小区 1000 多户住宅单元 100%依靠可再生能源, 并达到自给自足。该示范区有两个特点: 一个是在整个小区的建造过程中并不追求特别先进的技术和产品, 而是把重点放在对成熟、实用的住宅技术与产品的集成; 另一个是住宅产业的高度现代化。

在能源供应上, 100%利用当地的可再生能源, 包括风能、太阳能、地热能、生物能等。具体做法是: 在距离小区以北 3 千米处建设一个 2MW 风力发电站, 能够满足 Bo01 小区所

有住户的家庭用电，热泵及小区电力机车的用电。8 个楼宇屋顶安装 1400 m<sup>2</sup>的太阳能板，年产热能约 525MW h，可满足小区 15%的供热需求。其余采用地源热泵技术等提供室内暖气或生活热水等，可以满足住宅示范区 85%的供热需求。住宅区的生活垃圾和废弃物，通过马尔默市的市政处理站可以将生产的电力和热力回用于小区。社区内我们看到了垃圾发电回收车、光伏充电桩为电动汽车提供电力。社区的体育馆东南西 3 个墙面都安装了大型平板太阳能集热器，提供该场所的热水。社区内一个饭店的热管太阳能系统工程让我们大开眼界，设计方面做得很巧妙，作为饭店门头墙面的一种装饰，屋顶上也是笔直树立安装的系统。

马尔默最让人难以忘记的是旋转大厦（Turning Torso），它是瑞典最高建筑，同时也是欧洲最高的公寓楼。高度为 190 公尺，分成 9 个块体的 54 层楼，以中央主柱串接，块体之间以微量的旋转角度差相接，整栋建物由下往上总共旋转了 90 度。

在 Bo01 住宅示范区，我们随处可以看到人与自然和谐共生的场景。在不破坏自然条件的基础上合理建造。落日余晖下，骑自行车和跑步的人们无疑是该社区的一道靓丽的风景。

## 国际交流：太阳能工业热利用再上新台阶

9 月 15-17 日，Solar Paces IV 和国际能源署 task49 太阳能工业热利用（Solar Heat Integration in Industrial Processes，缩写为 SHIP）最后一次会议在法国蒙彼利埃隆重举行。会议云集了来自 20 个国家的 70 多名太阳能集热器工艺技术人员、研究人员，政府和非政府组织的代表以及潜在客户。2015 SHIP 会上，专家和企业介绍了多种太阳能工业热利用项目和运行数据，与会人员对系统的经济可行性特别感兴趣。在 3 天的时间里，太阳能热利用行业的许多公司展示了中低温应用案例，如四季沐歌常熟锦宏印染厂太阳能工业用热水项目，集热总面积为 7800 平方米，每年即可节约 1170 吨标准煤，减排二氧化碳 2574 吨。该热水工程，具备了太阳能行业领先的远程监控系统，能够对处于运行中的热水系统水位、水温设置、上水进行实时监控；同时实现了自动上水，自动辅助加热，自动报警，防冻循环，防雷、防漏电、防干烧故障诊断，并自动生成系统运行记录表及数据曲线，为热水工程整体稳定、高效运行提供了保障。与会专家介绍的太阳能工业热利用案例还有美国家禽加工厂，法国乳制品加工，意大利奶酪生产，印度服装行业生产和约旦药品生产等等。同时，演讲嘉宾也强调了一些新的技术途径。如内螺纹铜管在成本增加不多情况下可以实现 30%的热效率提升。在 1000℃效率超过 90%的太阳能集热系统，经济评估假设认为没有贷款或补贴，在圣保罗一家铸造厂的例子表明，使用该太阳能工艺预热废钢 600℃可以在 4 年内收回成本。



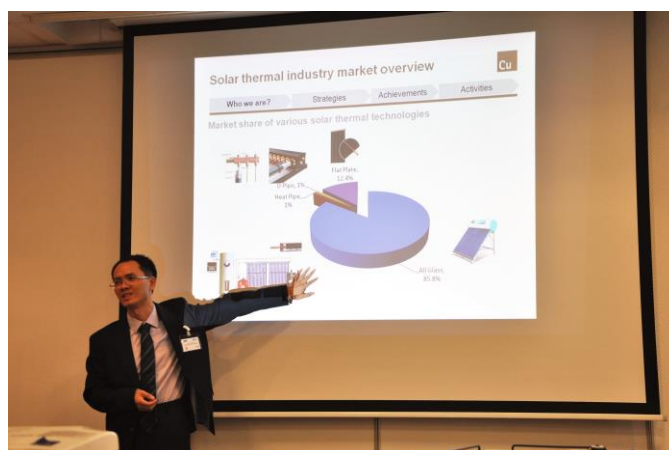
SHIP 会议现场

最吸引人的是，ARCON-SUNMARK 作为国际能源署（IEA）太阳能采暖的研究工作和冷却方案的关键参与者，分享了世界上最大的太阳能工业用热项目，国际铜业协会会员 Codelco 智利 Gaby 铜矿的安装过程和经济效应分析。沙漠气候条件恶劣，风速可达 140km/h，干旱缺水，温差大夜晚零下 15℃而白天高达 30℃，还有地震、暴雪等自然灾害。由于该项目使用是大型平板集热器，这将不得不由 250 辆卡车穿越沙漠运输。该项目安装了单块为 15m<sup>2</sup>的集热器总面积为 39300 m<sup>2</sup>，一个 4300m<sup>3</sup>的蓄热水箱，提供 24 小时热水，满足 85% 的热需求，可为该工厂每年可节约了 6500 吨柴油。

值得一提的是，总集热面积 300 万 m<sup>2</sup>世界上最大的项目预计于 2015 年末开工建设，预计 2017 年竣工。该项目位于为阿曼石油开发公司提供 1GW 热量，太阳能槽式集热器每天提供 6000 吨太阳能蒸汽，直接输送到现有热系统。据说产生蒸汽用于强化油采收。

最后，会议负责人表示，太阳能工业热利用集热数据库、集热器测试数据和性能以及太阳能工业热利用综合手册也即将免费为大家提供。

IMSIA 国际金属太阳能产业联盟秘书长黄俊鹏作为中国唯一代表，在该会上介绍了国际金属太阳能产业联盟的宗旨以及近年来为推动行业发展所做系列活动，如太阳能建筑政策与技术交流会、太阳能采暖专题研讨会、迈能杯太阳能建筑创新应用大赛、太阳能建筑设计竞赛、太阳能工农业应用论坛等。IMSIA 借力国际铜业协会这个国际平台，为太阳能热利用企业国际合作与交流提供机会，使中国更多的太阳能企业进入国际市场，国际先进技术、商业模式对接中国企业 and 市场。



黄俊鹏秘书长介绍 IMSIA 国际金属太阳能产业联盟

在展望未来联盟工作规划时，黄俊鹏秘书长表示，在中国“十三五”光热规划将达到 8 亿平方米保有量目标的指引下，除目前建筑领域提供热水外，行业还需要开拓新的市场。丹麦和瑞典太阳能区域供热项目考察后，我们深刻认识到，太阳能区域供热将是中国市场下一步重点关注的，前景广阔。IMSIA 计划在今年 12 月份的国际光热论坛上邀请国内知名企业重点探讨技术和市场可行性。此外，太阳能工农业热利用也蕴藏着巨大的商机。今年 IMSIA 已于 8 月份在石家庄召开了首届太阳能工农业应用论坛，未来计划每年一场，将继续整合资源深挖工农业市场潜能。

现场来自近 20 个国家的太阳能工作者纷纷主动向黄俊鹏秘书长索取名片，并咨询中国市场开拓方法以及与中国企业合作条件等。近 50 多位专家也表示，他们十分看好中国的太阳能热利用市场，该市场蕴藏着巨大的商机，愿意与中国企业开展各种方式的合作。



SHIP 国际太阳能工业热利用交流会合影

黄俊鹏秘书长表示，8 亿平方米既是机遇也是挑战。挑战更多的来自技术进步、系统设计、运行管理和适合的商业模式。中国的平板太阳能集热器与欧洲大型平板集热器对比还有不小差距，性能有提示的潜力。IMSIA 将会持续增强太阳能热利用的国际交流，坚持“走出去、引进来”理念，提供更多中国企业走出去的机会，把国际先进技术和理念引进来。

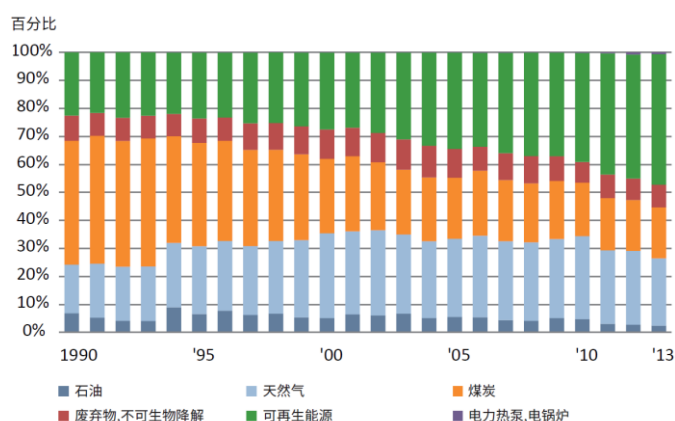


## 欧洲经验：借鉴国外先进技术和经验

平板集热器及其阵列组成的光热系统，是欧洲各大生产商的代表产品。平板集热器以其优异的性能和寿命，已在欧洲广泛应用于家用热水、采暖、工业等用途。但现在，越来越多的真空管产品在欧洲市场上涌现，因其具有良好的耐寒和集热性能，特别是在采暖系统的应用正在增长。在北欧瑞典等国，由于地广人稀，太阳能集热器一般直接安装在地面上，但在人口集中的中欧、南欧，高效的大型平板集热器镶嵌安装在屋面，还有采用光热幕墙等技术，即将集热器与屋面结合，由集热器代替整个屋面构成太阳能集热器屋顶。

国外太阳能供热采暖系统运行有几十年的历史，技术发展已相对稳定可靠，如丹麦、德国和瑞士等国的太阳能供暖系统已经占有很高的市场份额，为整个太阳能热利用的 20%~50%。在德国，只有包含采暖用途的太阳能光热系统才能享有政府补贴，这些政策极大地刺激太阳能光热系统的安装量。

太阳能区域供热也在欧洲的很多国家施行。目前大规模太阳能区域供热系统工程大多数建立在中欧及北欧，主要分布在瑞典、丹麦、荷兰、德国及奥地利。丹麦早在 20 世纪 30 年代就建造了区域供热系统，到如今，63%以上的丹麦家庭都使用来去区域供热的热量采暖，这些热量不仅用于建筑物供暖，还可以用于生活热水。丹麦用有 6 个大型集中区域供热区域，每年总产热量约为 60 拍焦耳，此外还拥有 400 个小型分散的区域供热区域，每年总产热量约为 75 拍焦耳。丹麦大型的区域供热区域有传输管网相连的多个输配管网组成。热量产自多种不同类型的热源厂，其中可再生能源所占的比例逐年增长。



丹麦 1990-2011 年用于区域供热的燃料组成百分比

丹麦的大型太阳能供热厂都用于区域供热系统中，在设计区域太阳能供热管道系统时，通常要考虑将整个系统尽可能集中布置，让循环水以较低的流速流过整个集热器面积，这种所谓的低流速可以减少总载热体流量从而减小分配管网的管径及相应的循环泵的运行耗电量，可节约初始投资及运行费用。

储热设备是实现太阳能区域供热的一个重要组成部分。在短期储热区域太阳能供热系

统中多使用较大的不锈钢保温水箱，而要保证系统提供全年 50%以上热需求的季节性储热太阳能区域供热系统中，一般都建有季节性储热库，它的费用约占总投资的 35%-40%。欧洲国家在储热这项技术方面作了很多的研究工作，现在建成并使用的储热库主要有 4 种系统形式：热水存储池，最常见的一种，多置于地下，热水存储池由钢板或混凝土做成，池顶盖及池壁都采取了很好的保温措施，如德国汉堡的 4500m<sup>3</sup> 汉诺威 2000 年世博会场馆的 2750m<sup>3</sup> 热水存储池；导热管式储热库，这种系统热能是直接被储存在被水浸湿的土壤中，有很多 U 型管被插入垂直的孔洞内，在地表附近，U 型管被保温。管内介质通过 U 型管和管外湿土进行热交换，热量不断地被送入输出，如德国内卡苏尔姆的 20000 立方米；砾石/水储热库，地下挖出一个大坑，用耐热防水塑料铺满坑底及坑壁，坑内填满砾石并灌水作为储热材料，如德国斯图加特大学热能学院运行的此类工程，规模可达 10 万 m<sup>3</sup> 以上；地下水层储热库，利用地下水作为储热库，热水通过竖井送入，改变水流方向又从同一井口输出，如德国 Rostock。在确定储热库的类型时，首先要考虑建筑所处地理位置及水文地质状况，对于后两种类型的储热库，一般应进行必要的地址勘探，取得当地水资源管理部门的同意。其次，要对储热库进行经济性评估。

太阳能与其他能源互补使用也在欧洲发展的比较早。欧洲可再生能源行动计划规定，到 2020 年，欧盟 27 国最终能源消费的 47%将用于供热和制冷，其中 42%是用于住宅领域，这主要是由于多数国家和地区地处温带和寒带气候区，对卫生热水和采暖需求较大，热水和采暖能耗占住宅全部能耗的 2/3 左右。另外，欧洲可再生能源行动计划也规定，到 2020 年，21%供热和制冷需求将由可再生加热和冷却技术实现，生物质能、热泵（所有）、地热能（所有）、太阳能热利用将各占 81%、2%、2%、6%的份额。

在欧洲，太阳能与其他能源结合使用的较多的是生物质能。丹麦在大型太阳能与生物质联合应用方面取得了丰富的经验，丹麦在 1988 年到 2006 年期间建成的所有太阳能供热厂都是同生物质能联合兴建的，这种能源利用方式受到了丹麦政府的大力支持，最好的证明就是所有太阳能与生物质能联合兴建的供热工厂都可以从政府得到补贴。丹麦 1998 年开始运行的 4900 平方米的 Risk Ping 项目和 2001 年开始运行的 3575 平方米的 Rise 项目都是太阳能与燃木屑锅炉结合使用的项目。





丹麦 Rise 太阳能+生物质能区域供热项目

太阳能与燃气互补系统是欧洲采暖比较普遍的方式之一。这主要是由于欧洲有长期使用燃气的习惯，并且太阳能与热泵系统受天气影响较大。德国 1996 年开始运行 4300 平方米的 Fricdrieh Shafen 项目是其中比较典型的项目，项目由太阳能与燃气锅炉联合供热。

另外，太阳能与热泵相结合系统也是欧洲采暖的方式之一，但应用并不普遍。由于在室外环境温度较低时，采用氟碳类制冷剂的空气源热泵机组的制热性能衰减情况明显，因此家用热泵系统目前主要在法国、德国和意大利安装应用，其他国家和地区的安装数量较少。而安装的家用热泵系统，80%左右的热泵用于采暖或游泳池加热，用于制取卫生热水的机组约为 20%。

多能源组合系统具备了供应住宅内全部热能需求的功能。与多种末端协调运行是各企业重点解决的技术问题。在欧洲，生产家用暖通设备的大企业基本都已开发出具有各自技术特色的住宅能源整体解决方案。

## 国内现状：诸多问题亟需解决

与国外太阳能热利用产业发展相比，中国的太阳能热利用产业仍然存在一些问题。

首先，国内太阳能热利用民用市场的主流产品是紧凑式真空管集热器，产品结构简单，不易与建筑结合，特别是坡屋顶建筑结合，存在一定的安全隐患，影响城市建筑景观。同时国内的现有总集热面积还比较小，在集热器的安装过程中也没有可以遵循的技术规范和标准，并且由于中国东西部地形变化较大，在不同地区安装集热器时也存在着非常大的差异。

其次，从热利用形式上看，中国目前主要应用的还是太阳能热水系统，热利用形式不够多样。太阳能供热采暖系统的设计大多停留在简单估算的水平上，没有成熟、成套的设计方法或软件，不同设计人员给出的设计参数相差很大。同时很多安装太阳能供热采暖系统的建筑为非节能建筑，造成系统运行效率低，经济性差，增加系统的初投资，在建成后采暖效果不理想，用户满意度差，导致了“叫好不叫座”的局面。太阳能区域供热、太阳能与其他能源多能互补使用等方式也亟待进一步发展。

接着，从技术层面来讲，诸如太阳能储热、高效集热器的研发、供热系统与建筑结合等方面还存在着一些技术难题。在工程实践中没有相关的标准、规范和设计手册可供使用。缺少控制系统、计量平台等对实际供热系统的效果进行测试，导致项目的真实运行状态不得而知。在产品认证方面，国内的认证工作刚刚起步，相关体系尚不完善，导致产品的真实效果只能通过用户的直观体验来了解。

最后，国家对太阳能热利用产业的政策支持还不够。太阳能采暖系统具有较高社会效益，但存在投资相对较高，投资回收期较长的缺点，对房地产开发商而言，如果开发成本增加不能带动房屋销售量，则开发商的积极性不高。在德国，只有包含采暖用途的太阳能光热系统才能享有政府补贴，这些政策极大地刺激太阳能光热系统的安装量。因此，亟需国家制定相关的鼓励支持政策。

由于以上种种问题的制约，使得国内太阳能热利用产业规范发展还有相当长的一段路要走。

## 展望未来：太阳能热利用产业前景光明

在中国“十三五”光热规划将达到 8 亿立方米保有量目标的指引下，除目前建筑领域提供热水外，行业还需要开拓新的市场。中国“十三五”期间太阳能热利用产业在采暖、制冷应用市场潜力巨大。太阳能将在煤炭替代和用能结构调整中发挥积极作用，对全社会的节能减排效应也将更加显著。据调研，“十三五”太阳能热利用产业将呈现以下五大趋势：采暖区域南移市场空间逾千亿元；相关支持政策有望密集出台；太阳能与多能互补系统集成技术研究与应用试点将逐步展开；太阳能制冷及应用技术研究将加速；示范项目力度将加大。

在如此多利好之下，更要坚定信心大力发展太阳能热利用产业，目前需要采取的一些措施主要有：

一是开展太阳能蓄热技术的研究，重点研究太阳能蓄热材料和蓄热系统，掌握性能稳定可靠、低成本的短期蓄热和季节性蓄热技术。

二是加强高效集热器、水箱等关键部件的研发，提高产品的质量和工艺水平，开发安全可靠、高效稳定的新产品以不断提高太阳能集热系统的效率。

三是推进太阳能与建筑一体化建设，加强被动式太阳能采暖系统的热工设计研究，开展主动式太阳能采暖技术的研究与示范推广，推动技术创新与升级，形成科学合理、可操作性强的评估方法和检测方法，出台相应的技术指南和设计手册等规范太阳能采暖工程的设计、施工和验收。

四是开展主被动结合，多能源互补的采暖技术的应用试点，重点研究太阳能与其他能源(燃气、热泵、地热、电、生物质能等)有效结合的匹配方式，提高太阳能保证率，所开发出的性能稳定可靠、具有市场竞争力的多能源互补供能系统。同时还要研究太阳能与多能源

互补系统在工农业领域的应用特点和适用范围，推进太阳能在工农业领域的应用。

五是加强区域供热的技术研究，包括大系统集成、多能源互补、系统集成、控制系统、蓄热、太阳能与区域热力系统联合运行、太阳能和电力系统联合运行等技术。

六是国家应积极建设试点工程，针对生产厂商、房地产开发商、终端用户制定更完善、合理的鼓励和支持政策。国家“十三五”太阳能热利用发展规划起草稿中已把太阳能采暖、制冷列为主要发展方向，相关省市有望密集出台示范与推广政策。

总之，中国的太阳能热利用产业潜力巨大，有着非常广阔的发展空间。多种太阳能热利用方式的共同发展将会为国家节能减排、抗击雾霾，以及煤炭替代和用能结构调整做出贡献。